

## Exposure apparatus, and device manufacturing method

**Publication number:** CN1802726 (A)

**Publication date:** 2006-07-12

**Inventor(s):** AKIMITSU EBIHARA [JP]

**Applicant(s):** NIPPON KOGAKU KK [JP]

**Classification:**






- **international:** **H01L21/027; G03F7/20; H01L21/02; G03F7/20**

- **European:** G03F7/20T16; G03F7/20T24; Y01N4/00

**Application number:** CN20048015978 20040618

**Priority number(s):** JP20030174259 20030619

**Also published as:**

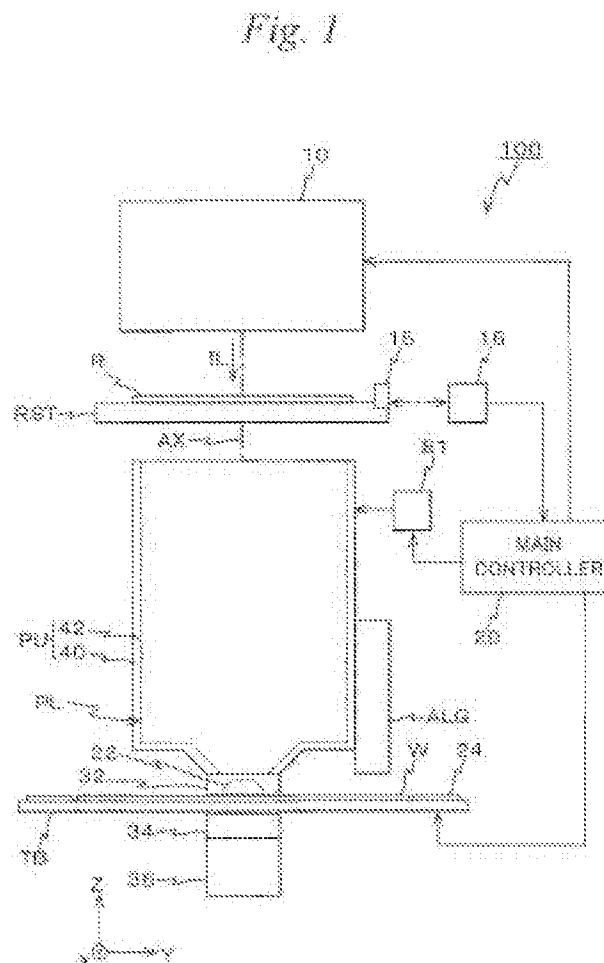
 CN100459036 (C)  
 EP1635382 (A1)  
 EP1635382 (A4)  
 US2009190112 (A1)  
 US2006132739 (A1)

more >>

Abstract not available for CN 1802726 (A)

Abstract of corresponding document: **EP 1635382 (A1)**

A hydrostatic pad (32) and a hydrostatic pad (34) hold a wafer (W) and a table (TB) on which the wafer is mounted. The hydrostatic pad (32) maintains the distance between the bearing surface and the wafer (W) in the direction of the optical axis of a projection optical system (PL) at a predetermined value. Further, since the hydrostatic pads, unlike static gas bearings, utilize the static pressure of incompressible fluid (liquid) between the bearing surface and a support object (substrate), the rigidity of the bearing is high and the distance between the bearing surface and the substrate is maintained stable and constant. In addition, liquid (e. g. , pure water) is higher in viscosity than gas (e. g. , air), and is superior in vibration damping compared to gas.; Accordingly, pattern transfer on a wafer (substrate) substantially free from defocus can be achieved, without necessarily having to arrange a focal position detection system.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480015978. X

[51] Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 7 月 12 日

[11] 公开号 CN 1802726A

[22] 申请日 2004. 6. 18

[21] 申请号 200480015978. X

[30] 优先权

[32] 2003. 6. 19 [33] JP [31] 174259/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/008595 2004. 6. 18

[87] 国际公布 WO2004/114380 日 2004. 12. 29

[85] 进入国家阶段日期 2005. 12. 8

[71] 申请人 株式会社尼康

地址 日本东京

[72] 发明人 蛭原明光

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任  
公司

代理人 车 文 樊卫民

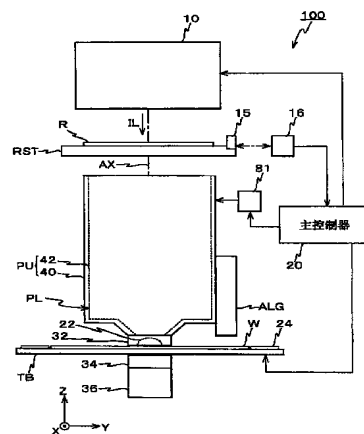
权利要求书 6 页 说明书 42 页 附图 12 页

[54] 发明名称

曝光装置及器件制造方法

[57] 摘要

液压静力衬垫(32)和液压静力衬垫(34)保持晶片(W)和其上安置该晶片的台(TB)。液压静力衬垫(32)将轴承表面和晶片(W)之间在投影光学系统(PL)的光轴方向上的距离维持在预定值。另外,因为液压静力衬垫与静压气体轴承不同,液压静力衬垫利用在轴承表面和支撑物体(衬底)之间的不可压缩的流体(液体)的静压,所以轴承的刚度很高而且在轴承表面和衬底之间的距离维持稳定和恒定。此外,液体(如纯水)的粘滞度比气体(如空气)高,在振荡阻尼方面也比气体好。因此,在不一定必须布置焦点位置探测系统的情况下,可以实现转印到晶片(衬底)上的图案基本上没有散焦。



1. 一种曝光装置，该曝光装置用能量束照射图案，并通过投影光学系统将所述图案转印到衬底上，所述曝光装置包括：

5           安置衬底的台，该台能够在保持所述衬底的同时二维移动；和  
          布置在所述投影光学系统的像平面侧上的液压静力轴承单元，所述单元包括至少一个液压静力轴承，所述至少一个液压静力轴承在面  
          对安置在所述台上的所述衬底的轴承表面和所述衬底之间的空间中供给液体，从而通过所述液体的静压维持在所述轴承表面和所述衬底的  
10          表面之间的距离。

          2. 如权利要求 1 所述的曝光装置，其中  
          在所述投影光学系统和所述衬底的表面之间的空间中恒定地存在  
          折射率高于空气的高折射率流体的状态下，所述能量束经过所述图  
15          案、所述投影光学系统和所述高折射率流体对所述衬底进行曝光。

          3. 如权利要求 2 所述的曝光装置，其中  
          所述高折射率流体是液体。

20          4. 如权利要求 3 所述的曝光装置，其中  
          用于所述液压静力轴承的液体用作所述高折射率流体，以填充在  
          所述投影光学系统和所述台上的所述衬底之间的空间。

          5. 如权利要求 1 所述的曝光装置，其中  
25          所述至少一个液压静力轴承布置在所述投影光学系统的光轴方向  
          上恒定地维持与所述投影光学系统的位置关系的状态下。

          6. 如权利要求 1 所述的曝光装置，其中  
          构成所述投影光学系统的最接近所述衬底的光学部件具有在光瞳  
30          面侧上的球形表面和在像平面侧上的平面表面。

7. 如权利要求 6 所述的曝光装置，其中

5 构成所述投影光学系统的最接近所述衬底的所述光学部件的像平面侧上的所述平面表面基本上与所述液压静力轴承的所述轴承表面共面。

8. 如权利要求 1 所述的曝光装置，其中

10 所述液压静力轴承单元向在所述至少一个液压静力轴承的所述轴承表面和所述衬底之间的空间供给所述液体，并且还利用负压把在所述轴承表面和所述衬底之间的所述空间中的液体排出到外部。

9. 如权利要求 8 所述的曝光装置，其中

15 所述至少一个液压静力轴承布置在包围所述图案的在所述衬底上的投影区域的状态下。

10. 如权利要求 9 所述的曝光装置，其中

所述至少一个液压静力轴承是单个轴承，该单个轴承具有的轴承表面包围所述图案的在所述衬底上的所述投影区域。

11. 如权利要求 9 所述的曝光装置，其中

20 在所述液压静力轴承的所述轴承表面上多路形成多个环形槽，所述多个环形槽包含供液槽和排液槽中的至少各一个。

12. 如权利要求 11 所述的曝光装置，其中

25 所述多个槽包括供液槽和如下排液槽中的至少各一个排液槽，所述排液槽分别形成在所述供液槽的外侧和内侧。

13. 如权利要求 1 所述的曝光装置，其中

30 所述台具有表面位置能够移动的板，所述板布置在安置所述衬底的安置区域周围。

14. 如权利要求 13 所述的曝光装置，其中  
在所述台和所述板之间的空间中布置弹性件。

5           15. 如权利要求 1 所述的曝光装置，其中

构成所述投影光学系统的最接近所述衬底的光学部件是具有第一部分元件和第二部分元件的分划透镜，其中第一部分元件的像平面侧是平面表面，第二部分元件通过形成在所述第一部分元件的外表面上的流体层与所述第一部分元件接合，所述第二部分元件具有位于所述  
10           投影光学系统的光瞳面侧上的曲面外表面。

16. 如权利要求 15 所述的曝光装置，其中

所述第二部分元件固定在所述投影光学系统的镜筒上，并且所述第一部分元件由所述液压静力轴承保持在所述轴承表面和所述平面表面基本上彼此共面的状态下。  
15

17. 如权利要求 1 所述的曝光装置，其中

构成所述投影光学系统的最接近所述衬底的光学部件具有在像平面侧上的平面表面，并且被保持在所述轴承表面与所述平面表面基本上彼此共面的状态下。  
20

18. 如权利要求 9 所述的曝光装置，所述曝光装置还包括：

布置在所述液压静力轴承中的间隙传感器，该间隙传感器在至少一个测量点处测量在所述轴承和所述衬底的所述表面之间的距离，其中  
25

所述液压静力轴承单元根据所述间隙传感器的测量值调节用于排出所述液体的负压和用于供给所述液体的正压中的至少一个。

19. 如权利要求 1 所述的曝光装置，所述曝光装置还包括：

30           布置成经所述台面对所述液压静力轴承的至少一个流体静压轴

承，所述流体静压轴承向在面向所述台的轴承表面和所述台之间的空间供给流体，从而能够通过所述流体的静压维持在所述轴承表面和所述台的表面之间的间隙。

5                   20. 如权利要求 19 所述的曝光装置，其中  
所述流体静压轴承是单个轴承，该单个轴承具有的轴承表面包围与所述台的安置所述衬底的表面的对置侧上的投影区域对应的区域。

21. 如权利要求 20 所述的曝光装置，其中  
10                   在所述流体静压轴承的所述轴承表面上多路形成多个环形槽，所述多个槽包含流体供给槽和流体排出槽中的至少各一个。

22. 如权利要求 21 所述的曝光装置，其中  
所述多个槽包括流体供给槽和如下流体排出槽中的至少各一个流  
15                   体排出槽，所述流体排出槽分别形成在所述流体供给槽的外侧和内侧。

23. 如权利要求 19 所述的曝光装置，其中  
所述流体是液体。

20                   24. 如权利要求 1 所述的曝光装置，其中  
在所述轴承表面和所述衬底的表面之间的所述距离维持大于零且约为 10 $\mu$ m 或以下。

25                   25. 如权利要求 1 所述的曝光装置，所述曝光装置还包括：  
位置探测系统，该位置探测系统探测所述台的在所述台所述二维移动的平面内的位置信息。

26. 一种曝光装置，该曝光装置在投影光学系统和衬底之间的空间  
30                   中供给液体，用能量束照射图案，并通过所述投影光学系统和所述

液体将所述图案转印到所述衬底上，所述曝光装置包括：

5 第一台，在该第一台处形成所述衬底的安置区域，并且所述安置区域周围区域的表面设置成基本上与安置在所述安置区域上的衬底的表面齐平，所述第一台能够在包括第一区域和第二区域的预定范围的区域内移动，其中第一区域包含在所述投影光学系统正下方供给所述液体的位置，第二区域位于所述第一区域的轴向的一侧；

第二台，该第二台的表面设置成基本上与所述衬底的表面齐平，所述第二台能够独立于所述第一台在包括所述第一区域和所述第二区域的区域内移动；和

10 台座驱动系统，该台座驱动系统驱动所述第一台和所述第二台，还在维持两个台在所述轴向上接近在一起或两个台在所述轴向上接触的状态的同时，在从所述台中的一个台位于所述第一区域的第一状态向另一个台位于所述第一区域的第二状态过渡时，沿所述轴向从所述第二区域侧向所述第一区域侧同时驱动所述第一台和所述第二台。

15

27. 如权利要求 26 所述的曝光装置，其中

在所述第二台上形成所述衬底的安置区域，并且将所述第二台设置成使得所述第二台的包括安置在所述安置区域上的所述衬底的表面在内的表面基本上是齐平的。

20

28. 如权利要求 27 所述的曝光装置，所述曝光装置还包括：

校准系统，该校准系统探测衬底上的校准标记，其中

25 在所述过渡操作中，把曝光后的衬底安置在所述台中的所述一个台上，而在所述另一个台上安置由所述校准系统进行标记探测之后的衬底。

29. 如权利要求 28 所述的曝光装置，其中

在进行对多个衬底的曝光处理序列时，所述第一台和所述第二台中的至少一个台经所述液体恒定地面对所述投影光学系统。

30

30. 如权利要求 26 所述的曝光装置，其中  
分别对每个台测量所述第一台和所述第二台的二维位置。

5        31. 如权利要求 30 所述的曝光装置，其中  
在进行对多个衬底的曝光处理序列时，所述第一台和所述第二台  
中的至少一个台经所述液体恒定地面对所述投影光学系统。

32. 如权利要求 26 所述的曝光装置，所述曝光装置还包括：  
布置在所述投影光学系统的像平面侧上的液压静力轴承单元，所  
10        述单元包括至少一个液压静力轴承，所述至少一个液压静力轴承在面  
对安置在位于所述第一区域中的台上的所述衬底的轴承表面与所述衬  
底之间的空间中供给液体，并且当所述第一台和所述第二台中的一个  
台位于所述第一区域中时，所述至少一个液压静力轴承通过所述液体的  
静压维持在所述轴承表面与所述衬底的表面之间的间距。

15

33. 一种包括光刻工艺的器件制造方法，其中  
在所述光刻工艺中，利用权利要求 1~32 中任一权利要求所述的  
曝光装置把器件图案转印到衬底上。



## 曝光装置及器件制造方法

## 5 技术领域

本发明涉及曝光装置和器件制造方法，更具体涉及一种用在制造电子器件如半导体器件、液晶显示器等的光刻工艺中的曝光装置以及利用该曝光装置的器件制造方法。

## 10 背景技术

在用于制造电子器件如半导体器件（集成电路）、液晶显示器等的光刻工艺中使用投影曝光装置，该投影曝光装置把形成在掩模或分划板（以下统称“分划板”）上的图案的图像经投影光学系统转印到表面涂覆有抗蚀剂（感光剂）的感光衬底（以下称作“衬底”或“晶片”）如晶片、玻璃板等上。作为这类投影曝光装置，传统上频繁地使用步进-重复法（所谓的步进仪）的缩小投影曝光装置。但是，近来通过同步扫描分划板和晶片进行曝光的步进-扫描法（所谓的扫描步进仪）的投影曝光装置也受到了关注。

20 当使用的曝光光的波长（以下也称作“曝光波长”）变短或者当投影光学系统的数值孔径（NA）变大时，曝光装置中配备的投影光学系统的分辨率变高。因此，由于集成电路越来越精细，所以投影曝光装置中采用的曝光波长每年在变短，连带着投影光学系统的数值孔径的增大。当前主要采用的曝光波长为 KrF 准分子激光的 248nm，但实际使用中采用 ArF 准分子激光的 193nm 的较短波长。

此外，在进行曝光时与分辨率一样，焦深（DOF）也很重要。分辨率 R 和焦深  $\delta$  可以表达成下列方程：

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \cdots (1)$$

30 
$$\delta = k_2 \cdot \lambda / NA^2 \cdots (2)$$

在此情况下， $\lambda$ 为曝光波长，NA 为投影光学系统的数值孔径， $k_1$ 和  $k_2$  为过程系数。从方程（1）和（2）能够看出，当曝光波长 $\lambda$ 变短且数值孔径 NA 增大（增大的 NA）以增大分辨率时，焦深 $\delta$ 变窄。在投影曝光装置中，当进行曝光时，采用自动聚焦法使晶片的表面与投影光学系统的像平面匹配。因此，理想的是焦深 $\delta$ 有一定量的宽度。因而过去提倡实质上加宽焦深的方法，如相移分划板法、改进照明法、多层抗蚀剂法等。

如上所述，在传统的投影曝光装置中，由于较短的曝光波长和增大的数值孔径，焦深变窄。并且为了应对更高的集成度，推测曝光波长在未来将会更短。如果这种情况继续，焦深会变小到以至于在曝光操作期间会出现边缘不足。

因此，作为一种与空气中焦深相比增大（加宽）了焦深的实质上缩短曝光波长的方法，提出浸入式曝光法（以下也适当地称作“浸入法”）。在浸入法中，通过用液体如水或有机溶剂填充在投影光学系统的端面与晶片表面之间的空间、以利用液体中的曝光光波长变为空气中波长的  $1/n$ （ $n$  为液体的折射率，通常约为 1.2~1.6）的事实来提高分辨率。此外，在浸入法中，与通过不采用浸入法的投影光学系统（假设可以制成这样的投影光学系统）获得相同分辨率的情形相比，焦深基本上增大到  $n$  倍。即，焦深基本上比空气中的焦深增大到  $n$  倍。

但是，在上述浸入法仅应用到采用步进-重复法的投影曝光装置的情形中，当一个拍摄区的曝光结束之后，晶片在各次拍摄之间通过步进移动到下一个拍摄区的曝光位置时，液体从在投影光学系统和晶片之间的空间中溢出。因此，必须再次供给液体，液体的回收也会很困难。此外，在浸入法应用到采用步进-扫描法的投影曝光装置的情形中，因为在移动晶片的同时进行曝光，所以不得不在移动晶片的同时在投影光学系统和晶片之间的空间中填充液体。

考虑到这些方面，近来提出一项关于“涉及投影曝光方法及单元的发明，其中，预定的液体沿衬底的移动方向流动，使得当衬底在预定方向移动时液体填充在投影光学系统的衬底侧上的光学元件的端部  
5 和衬底的表面之间的空间中”（例如，参见下列专利文献 1）的提议。

除此提议外，作为一项提高如在浸入式曝光法中的分辨率的提议，光刻系统也是公知的，光刻系统将固体浸入透镜放置在投影光刻透镜系统（投影光学系统）和样品之间的区段中（例如参见下述的专利文献 2）。  
10

根据下述专利文献 1 所公开的发明，高分辨率且焦深大于空气中焦深的曝光可以通过浸入法执行，并且液体也可以以稳定的方式填充在投影光学系统和衬底之间的空间中，或换言之即使在投影光学系统和晶片相对移动时也可以保持液体。  
15

但是，在下述专利文献 1 所公开的发明中，因为供给管路、回收管路等布置在投影光学系统的外部，所以外围设备如焦点传感器或校准传感器等必须布置在投影光学系统周围的各种传感器的自由度受到限制。  
20

此外，在根据下述专利文献 1 的发明中，在填充于投影光学系统和衬底之间的空间中的液体有流动的情况下，当在曝光时用曝光光辐照液体时，图案的在投影光学系统和衬底之间的空间中的投影区域内可能发生相对于流动方向上的温度倾斜或压力倾斜。尤其是当在投影光学系统和衬底之间的空间很大时，或换言之，当液体层较厚时，这种温度倾斜或压力倾斜可能是诸如像平面倾斜等误差的致因，这会导致图案转印精度的局部下降，而这又可能是图案转印图像的线条宽度均匀性下降的致因。因此，优选液体层较薄。但是在此情况下，投影光学系统和衬底之间的空间变窄，使得很难布置焦点传感器。  
25  
30

此外，在根据下述专利文献 1 的发明中，很难完全回收液体，并且用于浸入的液体在曝光之后残留在晶片上的可能性很高。在这种情况下，当残留液体蒸发时，由产生的汽化热造成大气的温度分布或大气的折射率改变，并且这些现象可能是测量安置晶片的台座的位置的激光干涉仪系统中测量误差的致因。另外，晶片上的残留液体可能移动到晶片的背面，使得晶片粘到运送臂上且难以分离。

同时，在根据以下专利文献 2 的光刻系统中，固体浸入透镜（以下简称“SIL”）和样品之间的距离维持在大约 50nm 或之下。但是，在近期的目标是以大约 70nm 或之下的线宽把精细的图案转印并形成在样品（如晶片）上的光刻系统中，当在 SIL 和样品之间存在厚度为 50nm 的空气层时，很难获得上述精细图案的图像的足够分辨率。即，为了获得上述精细图案的足够的分辨率，SIL 和样品之间的距离必须维持在最大 30nm 或以下。

但是，在根据以下专利文献 2 的光刻系统中，因为采用利用空气轴承的结构维持在 SIL 和样品之间的距离，所以很难获得充分的振荡阻尼，这是由于空气轴承的性质所致。结果，SIL 和样品之间的距离不能维持在 30nm 或以下。

如上所述，在下列专利文献 1 和 2 等公开的传统实例中，还发现了需要改进的各个方面。

专利文献 1：国际公开号：WO99/49504

专利文献 2：美国专利 US5,121,256

## 发明内容

### 本发明试图解决的问题

本发明是在这些情形下作出的，其第一个目的在于提供一种曝光装置，该曝光装置可以在不一定必须布置焦点位置探测系统的情况下

把图案转印到衬底上而几乎没有散焦。

此外，本发明的第二个目的在于提供一种适合于浸入法的具有多个台的曝光装置。

5

另外，本发明的第三个目的在于提供一种可以提高高集成度微器件的生产率的器件制造方法。

解决问题的手段

10 根据本发明的第一方面，提供一种第一曝光装置，该第一曝光装置用能量束照射图案，并通过投影光学系统将图案转印到衬底上，该曝光装置包括：安置衬底的台，该台可以在保持衬底的同时二维移动；和布置在投影光学系统的像平面侧上的液压静力轴承单元，该单元包括至少一个液压静力轴承，所述至少一个液压静力轴承在面向安置在  
15 该台上的衬底的轴承表面和衬底之间的空间中供给液体，从而通过液体的静压维持在轴承表面和衬底的表面之间的距离。

根据该曝光装置，液压静力轴承单元将在液压静力轴承的轴承表面和衬底的表面之间在投影光学系统光轴方向上的距离维持在预定  
20 值。与静压气体轴承不同，液压静力轴承利用供给到在轴承表面和支撑物体（衬底）之间的空间中的作为不可压缩的流体的液体的静压，因此，轴承的刚度很高，轴承表面和衬底之间的距离可以维持稳定和恒定。此外，液体（如纯水）的粘滞度比气体（如空气）高，且在振动阻尼方面比气体好。因此，利用本发明的曝光装置，可以在不一定  
25 必须布置焦点位置探测系统的情况下实现基本上无散焦的图案向衬底的转印。

在此情况下，在投影光学系统和衬底的表面之间的空间中恒定地存在折射率高于空气的流体的状态下，可以用经过图案、投影光学系  
30 统和该高折射率液体的能量束进行衬底的曝光。在此情况下，因为在

5 投影光学系统和衬底的表面之间的空间中恒定地存在折射率高于空气的流体的状态下用经过图案、投影光学系统和高折射率流体的能量束对衬底曝光，所以衬底的表面上的能量束的波长可以缩短到空气中波长的  $1/n$  ( $n$  为高折射率流体的折射率)，并且焦深加宽到空气中焦深的  $n$  倍。

在此情况下，高折射率流体可以是液体。

10 在此情况下，用于液压静力轴承的液体可以用作高折射率流体，以填充在投影光学系统和台上的衬底之间的空间。

15 在本发明的第一曝光装置中，所述至少一个液压静力轴承可以布置在投影光学系统的光轴方向上恒定地维持与投影光学系统的位置关系的状态下。

在本发明的第一曝光装置中，构成投影光学系统的最接近衬底的光学部件（22）可以具有在光瞳面侧上的曲面和在像平面侧上的平面表面。

20 在此情况下，构成投影光学系统的最接近衬底的光学部件的像平面侧上的平面表面可以基本上与液压静力轴承的轴承表面共面。在此情况下，例如可以将光学部件和衬底之间的距离维持在大约  $10\mu\text{m}$ 。尤其当在投影光学系统和衬底表面之间的空间中填充有高折射率流体时，消耗的高折射率流体的量将极小，并且图案图像的成像质量受流体折射率变化（由温度等导致）的影响较少。另外，尤其当高折射率流体为液体时，在干燥晶片时是很有利的。

25

30 在本发明的第一曝光装置中，液压静力轴承单元可以向在所述至少一个液压静力轴承的轴承表面和衬底之间的空间供给液体，并且还可以利用负压把在轴承表面和衬底之间的空间中的液体排出到外部。

在此情况下，液压静力轴承将具有较高的刚度，并且可以以更高的稳定性恒定地维持在轴承表面和衬底之间的距离。

5 在此情况下，所述至少一个液压静力轴承可以布置在包围图案的在衬底上的投影区域的状态下。

10 在此情况下，作为所述至少一个液压静力轴承，可以使用多个液压静力轴承，并且可以将所述多个液压静力轴承布置在包围图案的在衬底上的投影区域的状态下，或者所述至少一个液压静力轴承可以是单个轴承，该单个轴承具有的轴承表面包围图案的在衬底上的投影区域。

15 在本发明的第一曝光装置中，在所述至少一个液压静力轴承布置在包围图案的在衬底上的投影区域的状态下的情形中，在液压静力轴承的轴承表面上可以多路形成多个环形槽，并且所述多个环形槽可以包含供液槽和排液槽中的至少各一个。

在此情况下，所述多个槽可以包括供液槽和如下排液槽中的至少各一个排液槽，所述排液槽分别形成在供液槽的外侧和内侧。

20 在本发明的第一曝光装置中，在所述至少一个液压静力轴承布置在包围图案的在衬底上的投影区域的状态下的情况中，该曝光装置还可以包括：布置在液压静力轴承中的间隙传感器，该间隙传感器在至少一个测量点处测量在轴承和衬底的表面之间的距离，其中液压静力轴承单元可以根据间隙传感器的测量值调节用于排液的负压和用于供液的正压中的至少一个。

30 在本发明的第一曝光装置中，该曝光装置还可以包括：布置成经台面对液压静力轴承的至少一个流体静压轴承，该流体静压轴承向在面向台的轴承表面和台之间的空间供给流体，从而能够通过流体的静

压维持在轴承表面和台的表面之间的间隙。因此，在此情况下，台和台上的衬底通过前述的液压静力轴承和上述的流体静压轴承保持在垂直方向上。在此情况下，例如在这些轴承表面中的每个轴承表面和衬底或台之间的距离可以维持稳定并恒定在大约  $10\mu\text{m}$  或以下。因此，  
5 台本身不必具有高的刚度，这使得可以减小台的厚度，并且也可以减小其重量。

在此情况下，流体静压轴承可以是单个轴承，该单个轴承具有的轴承表面包围与台的安置衬底的表面的对置侧上的投影区域对应的区域。  
10

在此情况下，可以在流体静压轴承的轴承表面上多路形成多个环形槽，所述多个环形槽包含流体供给槽和流体排出槽中的至少各一个。  
15

在此情况下，所述多个槽可以包括流体供给槽和如下流体排出槽中的至少各一个流体排出槽，所述流体排出槽分别形成在流体供给槽的外侧和内侧。

在本发明的第一曝光装置中，当曝光装置包括上述流体静压轴承时，流体可以是液体。更具体地说，作为流体静压轴承，可以使用液压静力轴承。在此情况下，台和台上的衬底通过作为不可压缩的流体的液体保持在垂直方向上，因此，可以更稳定的方式保持台和台上的衬底。在此情况下，因为上下两个轴承都具有很高的刚度，所以这些轴承表面中的每个轴承表面和衬底或台之间的距离都可以更稳定地保持恒定。  
20  
25

在本发明的第一曝光装置中，在轴承表面和衬底的表面之间的距离可以保持在大于零且约为  $10\mu\text{m}$  及以下。  
30



在本发明的第一曝光装置中，曝光装置还可以包括：位置探测系统，该位置探测系统探测台的在台如前所述二维移动的平面内的位置信息。

5           根据本发明的第二方面，提供一种第二曝光装置，该曝光装置在投影光学系统和衬底之间的空间中供给液体，用能量束照射图案，并通过投影光学系统和液体将图案转印到衬底上，该曝光装置包括：第一台，在该第一台处形成衬底的安置区域，并且安置区域周围区域的表面设置成基本上与安置在安置区域上的衬底的表面齐平，第一台可以在包括第一区域和第二区域的预定范围的区域内移动，其中第一区域包含在投影光学系统正下方供给液体的位置，第二区域位于第一区域的轴向的一侧；第二台，该第二台的表面设置成基本上与衬底的表面齐平，第二台可独立于第一台在包括第一区域和第二区域的区域内移动；和台座驱动系统，该台座驱动系统驱动第一台和第二台，还在维持两个台在所述轴向上接近在一起或两个台在所述轴向上接触的状态的同时，在从所述台中的一个台位于第一区域的第一状态向另一个台位于第一区域的第二状态过渡时，沿所述轴向从第二区域侧向第一区域侧同时驱动第一台和第二台。

10

15

20           根据该曝光装置，在从所述台中的一个台位于包括在投影光学系统正下方供给液体的位置在内的第一区域的第一状态向另一个台位于第一区域的第二状态过渡时，台座驱动系统在维持两个台在所述轴向上接近在一起或两个台在所述轴向上接触的状态的同时，沿所述轴向从第二区域侧向第一区域侧同时驱动第一台和第二台。因此，所述台中的一个台恒定地位于投影光学系统正下方，并且维持在台（衬底或安置衬底的区域的周边）和投影光学系统之间的空间中形成浸入区域的状态，使得液体可以保持在投影光学系统和台之间的空间中，并且可以防止液体溢出。

25

30           此外，在光刻工艺中，通过利用本发明的第一和第二曝光装置中

的一种曝光装置进行曝光，可以在衬底上以良好的精度形成图案，这使得可以高产量地生产更高集成度的微器件。因此，从本发明的另一个方面看，可以说本发明是一种利用本发明的第一和第二曝光装置的器件制造方法。

5

#### 附图简述

图 1 示意性地表示本发明第一实施例中的曝光装置的结构；

图 2 的透视图表示驱动单元与晶片台 TB 的结构；

图 3 示意性地表示图 2 中的驱动单元在 XZ 平面中与用于向液压静力衬垫供液/排液的管路系统的截面图；

10

图 4 是液压静力衬垫 32 的底面视图；

图 5 表示在液压静力衬垫支撑晶片台的情况下液压静力衬垫 32 和 34 周围的水流；

15

图 6 的框图表示用在第一实施例的曝光装置中的控制系统的部分省略的结构；

图 7 表示在干涉仪用作位置探测系统的情况下晶片台的结构；

图 8 用于描述改进例；

图 9 的平面图表示涉及晶片台座单元的结构，该结构组成第二实施例中的曝光装置；

20

图 10 用于描述第二实施例中晶片台更换操作；

图 11A 用于描述液压静力衬垫的改进例；

图 11B 表示可以合适地用在图 11A 的液压静力衬垫中的供水管（和排水管）；

25

图 12 的流程图用于解释根据本发明的器件制造法的实施例；

图 13 的流程图表示涉及图 12 中步骤 204 的具体实例。

#### 执行本发明的最佳模式

##### 第一实施例

下面参见图 1~6 描述本发明的第一实施例。

30

图 1 表示涉及第一实施例的曝光装置 100 的整个结构。曝光装置 100 是一种利用步进-扫描法的投影曝光装置（所谓的扫描步进仪）。曝光装置 100 配备有：照明系统 10；保持用作掩模的分划板 R 的分划板台座 RST；光学单元 PU；用作安置晶片 W 的台的晶片台 TB，其中晶片 W 用作衬底；对整个装置进行总体控制的主控制器 20。

例如，如日本待审专利公开 JP2001-313250 及其对应的美国专利申请公开 US2003/0025890 中所述，照明系统 10 有一个包括诸如光源的部件的配置，均匀照明光学系统包括光学积分器或类似部件、分束器、中继透镜、可变 ND 滤波器、盲分划板（这些部件都未示出）等。除这种配置外，照明系统 10 也可以具有与日本待审专利公开 JP6-349701 及其对应的美国专利 US5,534,970 中公开的照明系统等类似的结构。

在照明系统 10 中，用作能量束的照明光（曝光光）IL 照射由分划板 R 上的盲分划板设置的狭缝状照明区域，在该照明区域处通过基本上均匀的照明制作电路图案等。作为照明光 IL，以 ArF 准分子激光束（波长：193nm）为例。作为照明光 IL，也可以使用远紫外光，如 KrF 准分子激光束（波长：248nm）或超高压汞灯产生的紫外波段的辉线（如 g 线或 i 线）。此外，作为光学积分器，可以使用诸如蝇眼透镜、积分棒（内反射型积分器）或衍射光学元件。只要向其申请该国际申请的指定国或选定国的本国法允许，上述引用的公开、对应的美国专利和对应的美国申请公开的公开内容在此全部引入作为参考。

在分划板台座 RST 上，例如通过真空吸吮固定分划板 R。分划板台座 RST 构造成可以在与照明系统 10 光轴（与后叙光学系统的光轴 AX 重合）垂直的 XY 平面中通过包括例如线性电机等部件的分划板台座驱动部分 11（图 1 中未示出，参见图 6）细微地驱动。分划板台座 RST 还构造成可在预定的扫描方向上（在此情况为 Y 轴方向，该方向是图 1 中纸面的横向）以指定的扫描速度驱动。

分划板台座 RST 的在 XY 平面内的位置由分划板激光干涉仪（以下称作“分划板干涉仪”）16 通过活动反射镜 15 以例如大约 0.5~1nm 的分辨率恒定地探测。实际上，在分划板台座 RST 上，布置了具有与 Y 轴方向正交的反射面的活动反射镜和具有与 X 轴方向正交的反射面的活动反射镜，并且与这些活动反射镜对应地布置分划板 Y 干涉仪和分划板 X 干涉仪；但是在图 1 中，这些细节表示成活动反射镜 15 和分划板干涉仪 16。顺便说一下，例如可以抛光分划板台座 RST 的边缘表面，以便形成反射面（对应于活动反射镜 15 的反射面）。此外，替代在 X 轴方向延伸的用于探测分划板台座 RST 的在扫描方向（在此实施例中为 Y 轴方向）上的位置的反射面，可以使用至少一个角立方反射镜（如折回反射镜）。关于分划板 Y 干涉仪和分划板 X 干涉仪，其中的任一个分划板干涉仪，如分划板 Y 干涉仪是有两个测量轴的双轴干涉仪，并且根据分划板 Y 干涉仪的测量值，除了分划板台座 RST 的 Y 位置外，还可以测量分划板台座 RST 在  $\theta_z$  方向（绕 Z 轴的旋转方向）的旋转。

关于分划板台座 RST 的位置信息从分划板干涉仪 16 发送到主控制器 20。主控制器 20 根据分划板台座 RST 的位置信息通过分划板台座驱动部分 11（参见图 6）驱动并控制分划板台座 RST。

图 1 中投影单元 PU 设置在分划板台座 RST 之下。投影单元 PU 配备有镜筒 40 和光学系统 42，该光学系统 42 由多个光学元件或更具体地说是多个在 Z 轴方向上共享同一光轴 AX 的透镜（透镜元件）组成，光学系统 42 与镜筒保持预定的位置关系。另外，在此实施例中，用作流体静压轴承的液压静力衬垫 32 与镜筒 40 的下端（镜筒 40 的尖端，该尖端保持着构成光学系统 42 的最接近像平面侧（晶片 W 侧）的光学元件（光学部件））连接成一体，并且在形成于液压静力衬垫 32 中心的开口内布置固体浸入透镜（以下简称作“SIL”）22（参见图 3）。SIL 22 由平凸透镜组成，其平面表面（为方便起见，以下称作“下表

面”)朝下,并布置成使得下表面基本上与液压静力衬垫 32 的轴承表面共面。SIL22 由折射率  $n_{\text{SIL}}$  约为 2~2.5 的材料制成。

5 在该实施例中,镜筒 40 内部的光学系统 42 和 SIL22 基本上构成投影光学系统,该投影光学系统例如由具有预定投影放大率(如 1/4 或 1/5 倍)的双面远心折光系统组成。以下将把该投影光学系统描述成投影光学系统 PL。

10 在此情况下,当分划板 R 的照射区被来自照明系统 10 的照明光 IL 照射时,穿过分划板 R 的照明光 IL 经投影光学系统 PL 在晶片 W 上在照明光的与照明区共轭的辐射区(以下也称作“曝光区”)内形成电路图案的在分划板 R 的照明区内的缩小像(电路图案的一部分的缩小像),其中晶片 W 的表面涂覆有抗蚀剂(感光剂)。

15 此外,虽然图中被省去,但在组成光学系统 42 的所述多个透镜中,多个特定的透镜在成像质量校正控制器 81(参见图 6)的根据来自主控制器 20 的指令的控制下工作,以致于可以调节投影光学系统 PL 的光学特性(包括成像质量),如放大率、畸变、彗差和像平面曲率(包括像平面的倾斜)等。

20

后面将描述液压静力衬垫 32 和连接到液压静力衬垫 32 的管路系统的结构等。

25 晶片台 TB 由矩形板件组成,在其表面上固定着在中心形成有圆形开口(参见图 2)的辅助板 24。如图 2 所示,在辅助板 24 和晶片 W 之间存在间隙 D,该间隙设置成不大于 3mm。此外,虽然在晶片 W 的一部分中形成缺口(V 形切口),但在图中被省去,因为该缺口约为 1mm,小于间隙 D。

30 此外,在辅助板 24 的一部分中形成圆形开口,基准标记板紧密

地嵌入到该开口中。基准标记板 FM 的表面将与辅助板 24 共面。在基准标记板 FM 的表面上形成各种基准标记（这些基准标记都未示出），这些基准标记用于分划板的校准（后面描述）、校准探测系统 ALG 的基线测量（也在后面描述）等。

5

实际上，如图 3 所示，在辅助板 24 和晶片台 TB 之间结合弹性体 25。在此情况下，当液压静力衬垫 32 不位于辅助板 24 之上时，辅助板 24 的上表面总是设置得比晶片 W 的上表面低。并且在液压静力衬垫 32 位于辅助板 24 之上的状态下，通过液压静力衬垫 32 的正压和负压的平衡，辅助板 24 的上表面升高，直到与晶片 W 的上表面重合。这样能够恒定地保持在液压静力衬垫 32 和辅助板 24 的面对液压静力衬垫 32 的上表面之间的间隙，因此，可以将压力保持在恒定水平，并且水泄漏量基本上可以减小到零。

晶片台 TB 构造成不仅可以在扫描方向（Y 轴方向）移动，而且还可以通过驱动单元（后面描述）在与扫描方向正交的非扫描方向（X 轴方向）移动，以致于晶片 W 上的多个拍摄区可以位于与前面所提及的照明区共轭的曝光区。该配置使得晶片台 TB 能够执行步进-扫描操作，在该步进-扫描操作中重复对晶片 W 上每个拍摄区进行扫描曝光的操作和移动晶片 W 到加速起始位置（扫描起始位置）以对下一拍摄进行曝光的操作（在分划区之间进行的移动操作）。

此外，如图 1 所示，在晶片台 TB 的下表面（背面）上，将用作流体静压轴承的液压静力衬垫 34 布置成面对液压静力衬垫 32，并且将液压静力衬垫 34 固定在固定件 36 的上表面上。在此情况下，晶片台 TB 和放置在晶片台 TB 上的晶片 W 由液压静力衬垫 32 和液压静力衬垫 34 以非接触的方式垂直保持。后面将描述液压静力衬垫 34 和连接到液压静力衬垫 34 的管路系统的结构等。

此外，用编码器 96 测量晶片台 TB 的在 XY 平面内的位置（包括

绕 Z 轴的旋转 ( $\theta_z$  旋转))。这一点也将在说明书的后面描述。

接下来将描述驱动晶片台 TB 的驱动单元, 参见图 2 和 3。图 2 表示驱动单元 50 与晶片台 TB 等的结构透视图, 图 3 示意性地表示驱动单元 50 的 XZ 部分与向液压静力衬垫 32 和 34 供排液体的管路系统。

驱动单元 50 配备有: 从下方活动支撑晶片台 TB 的台座 52 (参见图 2); 在 Y 轴方向即扫描方向驱动晶片台 TB 以及在非扫描方向细微地驱动晶片台 TB 的第一驱动机构; 和在 X 轴方向与台座 52 整体地驱动晶片台 TB 的第二驱动机构。

台座 52 由矩形框形件构成 (参见图 3)。在该矩形框形件的底面上, 例如沿 Y 轴方向在两侧布置一对 X 推进器 54A 和 54B, 如图 2 所示。每个推进器由磁极单元组成, 该磁极单元具有多个在 X 轴方向以预定的间隔布置的永久磁体。并且分别在 X 轴方向延伸地布置 X 定子 56A 和 56B, 这些 X 定子由电枢单元组成并与 X 推进器 54A 和 54B 一起构成 X 轴线性电机 58A 和 58B。X 定子 56A 和 56B 在 Y 轴方向以预定的间隔布置在同一 XY 平面内, 并且每个 X 定子由支撑件 (未示出) 支撑。X 定子 56A 和 56B 具有 U 形截面形状, 推进器 54A 和 54B 可以插入其中, 并且在至少一个面对推进器 54A 和 54B 的表面上, X 定子具有多个在 X 轴方向以预定的间隔布置的电枢芯。

具有上述结构的 X 轴线性电机 58A 和 58B 在 X 轴方向与台座 52 整体地驱动晶片台 TB。即, X 轴线性电机 58A 和 58B 构成第二驱动机构的至少一部分。

如图 3 所示, 晶片台 TB 借助多个空气轴承悬浮地支撑通过在台座 52 的上表面上方的大约几微米的空隙, 这些空气轴承布置得接近晶片台 TB 底面的在 X 轴方向两端上的边缘。

如图 2 所示, 在晶片台 TB 的在 X 轴方向两端上的边缘表面上, 基本上在 Y 轴方向中心的位置处分别布置一对 Y 推进器 60A 和 60B。每个推进器例如由磁极单元组成, 该磁极单元具有多个在 Y 轴方向以预定的间隔布置的永久磁体。并且, 分别与 Y 推进器 60A 和 60B 一起构成 Y 轴线性电机 64A 和 64B 的 Y 定子 62A 和 62B 布置在台座 52 的在 X 轴方向两端的上表面上, 每个 Y 定子都在 Y 轴方向延伸。Y 定子 62A 和 62B 每个例如由电枢单元组成, 该电枢单元具有在 Y 轴方向以预定间隔布置的多个电枢芯。Y 轴线性电机 64A 和 64B 在 Y 轴方向上驱动晶片台 TB。此外, 通过使 Y 轴线性电机 64A 和 64B 产生的驱动力稍有差异, 可以绕 Z 轴旋转晶片台 TB。

另外, 在晶片台 TB 的在 X 轴方向一端 (-X 端) 上的边缘表面上, 在 Y 推进器 60B 的+Y 和-Y 侧上布置 U 形永久磁体 66A 和 66B。永久磁体 66A 和 66B 每个都与 Y 定子 62B 一起构成音圈电机。这些音圈电机在 X 轴方向细微地驱动晶片台 TB。下面也将这些音圈电机称作音圈电机 66A 和 66B, 音圈电机 66A 和 66B 采用与作为这些音圈电机的推进器的永久磁体相同的附图标记。

从以上的描述显而易见, Y 轴线性电机 64A 和 64B 与音圈电机 66A 和 66B 构成第一驱动机构的至少一部分。

回过来参见图 1, 在光学单元 PU 的镜筒 40 的侧面布置采用偏轴法的校准探测系统 ALG。作为校准探测系统 ALG, 例如采用基于图像处理法的 FIA (场图像校准) 系统的校准传感器。校准传感器辐射不对晶片上的目标标记上的抗蚀剂曝光的宽带探测光束, 利用拾取装置 (如 CCD) 拾取通过来自该目标标记的反射光形成在光电探测表面上的目标标记的像和未示出的指标的像, 并且输出成像信号。并且, 根据校准探测系统 ALG 的输出, 可以进行对基准标记板 FM 上的基准标记以及晶片 W 上的校准标记在 X、Y 二维方向上的位置测量。



接下来，参见图 3 和 4 描述液压静力衬垫 32 和 34 以及连接到这些液压静力衬垫的管路。

5 如图 3 所示，在光学单元 PU 的镜筒 40 的在像平面侧的端部（下端部分）上形成越往下直径越小的锥形部分 40a。在此情况下，构成光学系统 42 的最接近像平面的透镜（未示出）或换言之构成投影光学系统 PL 的次接近像平面的透镜布置在锥形部分 40a 的内部。

10 作为连接在镜筒 40 下方的液压静力衬垫 32 的例子，采用环形（圆环形）的外径约为 60mm、内径约为 35mm、高度约为 20~50mm 的厚衬垫。液压静力衬垫 32 固定在其轴承表面（底面）平行于 XY 平面的状态，其中与轴承表面相对的表面（上表面）固定到镜筒 40 的下端面。因此，在该实施例中，液压静力衬垫 32 和投影光学系统 PL 之间的相对于投影光学系统 PL 的光轴 AX 方向的位置关系保持恒定。

15 在液压静力衬垫 32 的轴承表面（底面）上，如同观察图 3 和作为液压静力衬垫 32 的底面视图的图 4 时所能见到的那样，从内到外同心地依次形成用作排液槽（槽）的环形排液槽 68、用作供液槽（槽）的环形供水槽 70 和用作排液槽（槽）的环形排液槽 72。在图 3 中，  
20 在三个槽 68、70 和 72 中，中间的供水槽 70 的槽宽约为其余两槽的宽度的两倍。但是，将槽 70 和槽 72 的面积比确定成使得正压力和负压力都很好地平衡。

25 在排液槽 72 的内部底面（图 3 中的内部上表面）上基本上等间隔地形成多个在垂直方向上穿过底面的穿孔 74。并且排液管 76 的一端连接到这些穿孔 74 中的每个穿孔 74。

30 类似地，在供水槽 70 的内部底面（图 3 中的内部上表面）上，基本上等间隔地形成多个在垂直方向上穿过底面的穿孔 78。并且供水管 80 的一端连接到这些穿孔 78 中的每个穿孔 78。

类似地，在排液槽 68 的内部底面（图 3 中的内部上表面）上，基本上等间隔地形成多个在垂直方向上穿过底面的穿孔 82。并且排液管 84 的一端连接到这些穿孔 82 中的每个穿孔 82。

5

供给线路 90 的一端连接到供液单元 88，这些供水管 80 中的每个供水管 80 的另一端经阀 86a 连接到该供给线路 90 的另一端。供液单元 88 的组成包括液箱、压缩泵、温度控制单元等，并在主控制器 20 的控制之下工作。在此情况下，当供液单元 88 在对应的阀 86a 打开时工作时，例如用于浸入的预定液体依次经供给线路 90、供水管 80 和穿孔 78 供给到液压静力衬垫 32 的供水槽 70 中，其中该预定液体的温度控制成约与容纳曝光装置（的主体）的腔室（图中省去）的温度相同。在下文中，布置在这些供水管 80 中的每个供水管 80 中的阀 86a 也将一起考虑并称作阀组 86a（参见图 6）。

15

作为上述的液体，在此情况下采用超纯水（以下简称为“水”，除了需要特指的情况外），该超纯水透射 ArF 准分子激光束（波长为 193.3nm 的光）。超纯水可以在半导体制造工厂等处大量获得，并且这种水的优点在于对晶片上的光致抗蚀剂或光学透镜没有不利的影响。此外，超纯水对环境也没有不利的影响，它还具有极低的杂质含量，因此，可以期待对晶片表面和 SIL22 表面的清洗作用。

20

排液线路 94 的一端连接到液体回收单元 92，这些排液管 76 中的每个排液管 76 的另一端经阀 86b 连接到排液线路 94 的另一端。液体回收单元 92 的组成包括液箱、真空泵（或抽吸泵）等，并在主控制器 20 的控制下工作。在此情况下，当对应的阀 86b 打开时，液体回收单元 92 经排液管 76 回收存在于液压静力衬垫 32 的轴承表面和晶片 W 的表面之间接近排液槽 72 处的水。在下文中，布置在这些排液管 76 中的每个排液管 76 中的阀 86b 也将一起考虑并称作阀组 86b（参见图 6）。

25

30

这些排液管 84 中的每个排液管 84 的另一端画在箱（未示出）的内部。箱的内部对大气敞开。

5                与液压静力衬垫 32 类似，采用环形（圆环形）的外径约为 60mm、内径约为 35mm、高度约为 20~50mm 的厚衬垫作为液压静力衬垫 34。液压静力衬垫 34 固定到固定件 36 的上表面，使得液压静力衬垫 34 的轴承表面（上表面）平行于 XY 平面。

10              在晶片台 TB 的背面上形成 XY 二维尺度（未示出），并且在形成于液压静力衬垫 34 中心的开口内设置可以光学（或磁力）读取 XY 二维尺度的编码器 96。因此，当晶片台 TB 的一部分面对编码器 96 时，编码器 96 可以以预定的分辨率例如 0.2nm 的分辨率测量晶片台 TB 的在 XY 平面内的位置信息。编码器 96 的测量值供给到主控制器 20（参  
15              见图 6）。因为晶片台 TB 被垂直的液压静力衬垫 32 和 34 刚性按压，所以晶片台 TB 的被液压静力衬垫 32 和 34 夹住的部分没有弯度，这使得编码器 96 的测量值中包含的由晶片台 TB 的弯度所致的标记误差极小。

20              在液压静力衬垫 34 的轴承表面上，以与液压静力衬垫 32 完全相同的布置和形状形成用作供液槽（槽）的供水槽 102、以及在供水槽 102 的外侧和内侧上的用作排液槽（槽）的排液槽 104 和 106。与先前的描述类似，槽 102、104 和 106 具有多个穿过液压静力衬垫 34 底面的穿孔。并且，多个供水管 108 的一端分别经所述多个穿孔连接到  
25              供水槽 102，而这些供水管 108 中的每个供水管 108 的另一端经阀 86c 和供水线路（未示出）连接到供液单元 114（图 3 中未示出，参见图 6）。供液单元 114 的结构与前述供液单元 88 相同。

30              多个排液管 110 中的每个排液管 110 的一端经所述多个穿孔中的每个穿孔连接到外侧的排液槽 104，而所述多个排液管 110 中的每个

排液管 110 的另一端经阀 86d 和回收线路（未示出）连接到液体回收单元 116（图 3 中未示出，参见图 6）。液体回收单元 116 的结构与前述液体回收单元 92 相同。

5            与上述类似，多个排液管 112 中的每个排液管 112 的一端经所述多个穿孔中的每个穿孔连接到内侧的排液槽 106，而所述多个排液管 112 中的每个排液管 112 的另一端经阀 86e 和回收线路（未示出）连接到液体回收单元 116。即，在液压静力衬垫 34 中，内侧的排液槽 106 不对大气敞开。

10

在以下的描述中，布置在所述多个供水管 108 中的每个供水管 108 的所述另一端上的阀 86c 也将一起考虑并称作阀组 86c（参见图 6）。类似地，布置在所述多个排液管 110 和 112 中的每个排液管的所述另一端上的阀 86d 和 86e 也将一起考虑并称作阀组 86d 和 86e（参见图 6）。

15

作为上述阀中的每个阀，采用可以打开和关闭且打开程度可以调节的调节阀（如流量控制阀）。这些阀在主控制器 20 的控制下工作（参见图 6）。

20

图 6 是曝光装置 100 的控制系统结构的框图，其中该结构部分地省略。控制系统主要由主控制器 20 组成，该主控制器 20 由工作站（或微型计算机）等组成。

25

接下来将参考图 3、5 和 6 等描述该实施例的曝光装置 100 中的液压静力衬垫 32 和 34 对晶片台 TB 的支撑以及主控制器 20 的工作。

首先描述例如由处于静止状态的液压静力衬垫 32 和 34 开始支撑晶片台 TB 的情形。

30

主控制器 20 首先在阀组 86a 打开到预定程度的状态下开始从供

液单元 88 向上侧的液压静力衬垫 32 供水，并且还在阀组 86b 打开到预定程度的状态下开始液体回收单元 92 的操作。这种操作经供给线路 90 和那些供水管 80 中的每个供水管 80 把预定压力（正压）的水从供液单元 88 送到液压静力衬垫 32 的供水槽 70 中。送到供水槽 70 中的经过在液压静力衬垫 32 的轴承表面与晶片 W 之间的供水槽 70 内部的水的一部分通过排液槽 72、那些穿孔 74 中的每个穿孔 74、排液管 76 和排液线路 94 由液体回收单元 92 回收（参照图 5）。

此外，在与开始上述对液压静力衬垫 32 供水基本相同的时刻，在阀组 86c 打开到预定程度的状态下，主控制器 20 开始从供液单元 114 向下侧的液压静力衬垫 34 供水，而在阀组 86d 和 86e 分别打开到预定程度的状态下开始操作液体回收单元 116。这种操作把预定压力（正压）的水经供给线路和那些供水管 108 中的每个供水管 108 从供液单元 114 送到液压静力衬垫 34 的供水槽 102 中。供给的水填充到液压静力衬垫 34 的供水槽 102 内部以及在液压静力衬垫 34 的轴承表面与晶片台 TB 之间的空间之后，由液体回收单元 116 经排液槽 104 和 106、所述穿孔中的每个穿孔以及排液管 110 和 112 回收水（参见图 5）。在此操作期间，主控制器 20 设置阀组 86d 和 86e 中每个阀的打开程度、从供液单元 114 供给的水的压力、液体回收单元 116 在排液管 110 和 112 内产生的负压等，使得供给到液压静力衬垫 34 的水量基本上与从液压静力衬垫 34 经排液槽 104 和 106 排出的水量一致。结果，一定量的水恒定地填充到液压静力衬垫 34 和晶片台 TB 之间的空间中。因此，液压静力衬垫 34 的轴承表面和晶片台 TB 之间的水层厚度一直恒定，并且晶片台 TB 由高刚度的液压静力衬垫 34 支撑。在此情况下，液压静力衬垫 34 和晶片台 TB 之间的水压充当上侧的液压静力衬垫 32 的预载（增压力）。即，晶片台 TB 总是被从下方以恒定的力加压。

在此情况下，主控制器 20 设置阀组 86a 和 86b 中每个阀的打开程度、从供液单元 88 供给的水的压力、液体回收单元 92 在那些排液管 76 中的每个排液管 76 内产生的负压等，使得供给到液压静力衬垫

32 的水量稍大于从排液槽 72 排出的水量。因此，在水填充到液压静力衬垫 32 的轴承表面和晶片台 TB 之间的空间（包括 SIL22 之下的空间）之后，供给到液压静力衬垫 32 但不从排液槽 72 排出的剩余水经那些穿孔 82 中的每个穿孔 82 和形成在排液槽 68 中的排液管 84 排出到外部。

因为排液槽 68 是对大气敞开的无源排液槽，所以存在于 SIL22 和晶片 W 之间的空间中的水处于对大气敞开的状态。因此，在 SIL22 上几乎没有液压静力，这形成无应力状态。

同时，接近供水槽 70 内部的水在高压（正压）下，这给予液压静力衬垫 32 很高的负荷能力和刚度。此外，液压静力衬垫 32 和晶片 W 表面之间的空间中恒定地填充有一定量的水，并且液体回收单元 92 恒定地以一定量回收所填充的水的一部分。结果恒定地保持在液压静力衬垫 32 的轴承表面和晶片 W 表面之间的间隙（所谓的轴承间隙）。

因此，在本实施例中，晶片台 TB 和安置在晶片台 TB 上的晶片 W 的在 SIL22 附近的区域被高刚性地支撑处于被液压静力衬垫 32 和 34 垂直夹住的状态。

并且在晶片台 TB 在预定的方向像图 5 中箭头 C 表示的方向移动时，在 SIL22 之下产生图 5 中箭头 F 表示的水流。箭头 F 表示的水流是晶片 W 表面和 SIL22 下表面的相对位移所致的剪力施加到水上时产生的层流，这是一种不可压缩的粘滞流体，也是一种遵循牛顿粘滞定律的牛顿流体。

在本实施例的曝光装置 100 中，当晶片台 TB 和晶片 W 以例如晶片台 TB 的各次拍摄之间的步进操作中和扫描曝光操作中的上述方式由液压静力衬垫 32 和 34 夹住的同时被驱动时，发生与驱动方向对应的粘滞层流，这使得 SIL 22 之下的水置换。

在具有上述结构的实施例的曝光装置 100 中，按照与典型的扫描步进仪中相同的方式进行预定的准备操作，如利用分划板校准系统（未示出）、校准探测系统 ALG 和前述基准标记板 FM 的分划板校准，和  
5 如校准探测系统 ALG 的基线测量中那样的晶片校准，以及 EGA（增强的全局校准）的晶片校准等。例如在日本待审专利公开 JP7-176468 和对应的美国专利 US5,646,413 中公开了准备操作如分划板校准、基线测量等的细节，而例如在日本待审专利公开 JP61-44429 和对应的美国专利申请 US4,780,617 中公开了后续操作 EAG 的细节。只要向其申  
10 请该国际申请的指定国（或选定国）的本国法允许，上述公开及其对应的美国专利中每个的公开内容均在此引入作为参考。

然后，当完成晶片校准时，主控制器 20 开始对液压静力衬垫 32 和 34 的前述供水操作，并且接着如前所述，晶片台 TB 和安置在晶片  
15 台 TB 上的晶片 W 由液压静力衬垫 32 和 34 高刚性地夹住。

接下来，根据晶片校准结果，主控制器 20 通过驱动单元 50 将晶片台 TB 移动到加速起始位置，以对用作晶片 W 上第一分划区的第一  
20 拍摄区（第一次拍摄）进行曝光。

当晶片 W 移动到上述加速起始位置时，主控制器 20 通过分划板台座驱动部分 11 和驱动单元 50 的第一驱动机构（Y 轴线性电机 64A 和 64B 以及音圈电机 66A 和 66B）开始分划板台座 RST 和晶片台 TB 的在 Y 轴方向上的相对扫描。然后，当分划板台座 RST 和晶片台 TB  
25 每个都达到它们的目标扫描速度并移动到恒定速度同步状态时，来自照明系统 10 的照明光（紫外脉冲光）IL 开始对分划板 R 的图案区域进行照明，并且扫描曝光开始。上述的相对扫描通过主控制器 20 进行，主控制器 20 在监视前述编码器 96 和分划板干涉仪 16 的测量值的同时控制分划板台座驱动部分 11 和第一驱动机构。

尤其在上述扫描曝光期间，主控制器 20 同步地控制分划板台座 RST 和晶片台 TB，使得分划板台座 RST 在 Y 轴方向的移动速度  $V_r$  和晶片台 TB 在 Y 轴方向的移动速度  $V_w$  维持在与投影光学系统 PL 的投影放大率对应的速度比。

5

然后，用照明光 IL 依次照明分划板 R 的图案区中的不同区域，并且当整个图案区已被照明时，第一拍摄区的扫描曝光结束。通过此操作，分划板 R 的图案通过投影光学系统 PL 缩小并被转印到第一拍摄区。

10

当晶片 W 上的第一拍摄区的扫描曝光以此方式结束时，主控制器 20 通过驱动单元 50 的第二驱动机构（X 轴线性电机 58A 和 58B）在例如 X 轴方向上使晶片台 TB 步进到加速起始位置，以对晶片 W 上的第二拍摄区（用作第二分划区的拍摄区）进行曝光。接下来，在主控制器 20 的控制下按照与上述类似的方式进行晶片 W 上的第二拍摄区的扫描曝光。

15

通过这种方式重复进行晶片 W 上拍摄区的扫描曝光和拍摄区之间的步进操作，并且依次将分划板 R 的电路图案转印到晶片 W 的用作多个分划区的拍摄区上。

20

在上述的晶片台 TB 的拍摄区之间的步进操作以及扫描曝光操作时，因为在与晶片台 TB 的驱动方向对应的方向上产生上述粘滞层流，所以 SIL 22 之下的水被恒定地置换。因此，在曝光装置 100 中，利用新鲜和温度稳定的水来恒定地进行浸入式曝光。

25

此外，例如在晶片 W 上的周边拍摄区被曝光的情况下，会发生液压静力衬垫 32 的轴承表面的至少一部分移动离开晶片 W 但还在晶片台 TB 上的情况，因为前述的辅助板 24 布置在晶片 W 的周边，所以可以维持液压静力衬垫 32 的整个轴承表面面对晶片 W 或辅助板的

30



状态。在此情况下，如前所述，当液压静力衬垫 32 位于辅助板 24 之上时，辅助板 24 的上表面上升到与晶片 W 的上表面重合，这是由于液压静力衬垫 32 的正压和负压的平衡所致。因此，可以通过液压静力衬垫 32 和通过辅助板 24 或晶片 W 保持供给到液压静力衬垫 32 的水，并且可以防止水泄漏。

从以上的描述显而易见，在本实施例中，液压静力衬垫 32、供液单元 88、液体回收单元 92 和连接到上述部件的供水/排水系统（更具体地说是排液管 76、供水管 80、排液管 84、阀组 86a 和 86b、供给线路 90 和排液线路 94）构成液体轴承单元。

如以上所详细描述的那样，根据本实施例的曝光装置 100，上述的液压静力轴承单元将液压静力衬垫 32 的轴承表面与安置在晶片台 TB 上的晶片 W 的表面之间在投影光学系统 PL 的光轴 AX 的方向（Z 轴方向）上的距离维持在预定量（如约为  $10\mu\text{m}$ ）。另外，在晶片台 TB 的背面侧上，面对液压静力衬垫 32 地布置用作流体静压轴承的液压静力衬垫 34。并且，通过液压静力衬垫 34，将水供给到面对晶片台 TB 背面的轴承表面与晶片台之间的空间中，并且通过水的静压维持轴承表面与晶片台之间的间隙。结果，晶片台 TB 和安置在晶片台 TB 上的晶片 W 被液压静力衬垫 32 和 34 垂直地夹住。在此情况下，液压静力衬垫 32 和 34 的轴承表面中的每个轴承表面与晶片 W 或晶片台 TB 之间的距离可以稳定且恒定地维持在例如大约  $10\mu\text{m}$  或之下。与静压气体轴承不同，因为液压静力轴承如液压静力衬垫利用在轴承表面和支撑物体（晶片 W 或晶片台 TB）之间的作为不可压缩的流体的水（液体）的静压，所以轴承的刚度很高，并且可以稳定且恒定地维持轴承表面和支撑物体之间的距离。此外，与气体（如空气）相比，水（液体）的粘滞度较高，而且液体在振动阻尼方面优于气体。结果，在晶片台 TB 和晶片 W 正移动的同时，晶片台 TB 和晶片 W 在 Z 轴方向（光轴 AX 的方向）的位置至少在曝光区和相邻区域中不会偏移。

因此，根据本实施例的曝光装置 100，在不一定必须布置焦点位置探测系统如焦点传感器的情况下，能够在基本上确实防止由晶片台 TB 的移动所导致的散焦的状态下将分划板 R 的图案转印到晶片 W 上的所述多个拍摄区。

5

此外，在本实施例的曝光装置 100 中，因为晶片台 TB 和晶片 W 被液压静力衬垫 32 和 34 高刚性地夹住在 SIL22 周围的带状区域（与液压静力衬垫 32 和 34 的轴承表面对应的区域）中，所以晶片台 TB 本身的刚度不必很高，其中 SIL22 包括图案在晶片 W 上的投影区（曝光区）。结果，晶片台 TB 的厚度可以减小，这样就减小了晶片台 TB 的重量并能够提高位置可控性。例如，晶片台 TB 的厚度可以减小到常规台的大约四分之一或之下。即，晶片台 TB 的厚度可以设置为大约 10mm 或之下。

此外，在本实施例的曝光装置 100 中，在 SIL22 的下表面与晶片 W 的表面之间的空间中恒定地存在折射率高于空气的水（高折射率流体）的状态下，照明光 IL 经分划板 R 的图案区、投影光学系统 PL 和水对晶片 W 曝光，其中 SIL22 是投影光学系统 PL 的最接近像平面的光学部件。即，进行浸入式曝光，这样把晶片 W 的表面上的照明光 IL 的波长缩短到空气中波长的  $1/n$ （ $n$  是液体的折射率，在水的情况下  $n$  为 1.4），这样又将有效焦深加宽到相对于空气中焦深的  $n$  倍。因此，可以进行高分辨率的曝光。在必须确保的焦深约等于在空气中进行曝光时的焦深的情况下，可以增大投影光学系统 PL 的数值孔径（NA），这样也可以提高分辨率。

25

此外，当有效焦深加宽到相对于空气中焦深的  $n$  倍时，还具有能够抑制散焦的效果。

此外，在本实施例的曝光装置 100 中，因为如前所述在扫描曝光等期间供给到液压静力衬垫 32 的水被恒定地置换，所以水流除去了

30

粘附到晶片 W 上的异物。

5 此外，根据本实施例的曝光装置 100，甚至在水保持在投影光学系统 PL 和晶片 W 之间的空间中的状态下当晶片台 TB 移动到投影光学系统 PL 离开晶片 W 的位置时，例如当对晶片 W 周边的拍摄区曝光或当曝光完成后更换晶片台 TB 上的衬底时，水也可以保持在投影光学系统 PL 和辅助板 24 之间的空间中并可以防止水泄漏。因此，可以防止由于水泄漏引发的各种不便。另外，因为辅助板 24 和晶片 W 之间的间隙设置为 3mm 或之下，所以防止了在晶片台 TB 从晶片 W 位于投影光学系统 PL 之下的状态移动到晶片 W 离开投影光学系统 PL 的位置时由于液体的表面张力致使液体流出到晶片 W 和辅助板 24 之间的间隙中。

15 因此，根据本发明的曝光装置 100，由于上述的各种影响，分划板 R 的图案能够以极好的精度转印到晶片 W 上的所述多个拍摄区中的每个拍摄区上。此外，能够以宽于空气中焦深的焦深进行曝光。

20 此外，在本实施例的曝光装置 100 中，因为作为投影光学系统 PL 的最接近像平面的光学部件的 SIL22 的下表面与液压静力衬垫 32 的轴承表面基本重合，所以 SIL22 和晶片 W 的表面之间的距离约为 10 $\mu$ m，这是液压静力衬垫 32 和晶片 W 之间的距离。因此，可以减小供给用于浸入式曝光的液体量，并且在浸入式曝光之后也可以平稳地回收水，这使得晶片 W 能够在水回收之后很容易地干燥。

25 此外，因为水层的厚度极薄，所以水对照明光 IL 的吸收很小。另外，可以抑制不均匀的水温造成的光学像差。

30 在上述实施例中，描述了晶片台 TB 和晶片 W 被液压静力衬垫 32 和 34 高刚性地垂直夹住的情形。但是，因为布置在晶片台 TB 之下的液压静力衬垫 34 的特别目的主要是对上侧的液压静力衬垫 32 提供恒

定的预载（增压），所以不一定必须布置液压静力衬垫 34，只要可以对晶片台 TB 的背面提供恒定的向上的力即可。或者，取代液压静力衬垫 34，也可以采用其它类型的流体轴承，例如在利用增压气体的静压的静压气体轴承中具有较高轴承刚性的真空预载空气轴承等。

5

此外，在上述实施例中，描述了把供给液压静力衬垫 32 的水的一部分用于浸入式曝光的情形。但是，本发明不限于此，用于浸入式曝光的液体也可以经完全独立于向液压静力衬垫 32 供水的供给路径的供给路径供给到投影光学系统 PL 和晶片 W 之间的空间中。

10

另外，在上述实施例中，描述了本发明应用到执行浸入式曝光的曝光装置的情形。但是如液压静力衬垫中那样采用液压静力轴承支撑移动体如晶片台 TB 的方法也可以适当地应用到不执行浸入式曝光的曝光装置。即使在这种情况下，液压静力轴承也将轴承表面和衬底（晶片）表面之间在光轴方向上的距离维持在预定量（如大约  $10\mu\text{m}$ ）。与静压气体轴承不同，因为液压静力轴承利用在轴承表面和支撑物体（衬底）之间的作为不可压缩的流体的液体的静压，所以轴承的刚度很高，这样能够稳定且恒定地维持轴承表面和衬底之间的距离。另外，液体（如纯水）的粘滞度高于气体（如空气），并且在振荡阻尼方面也优于气体。因此，根据本发明的曝光装置，可以在不一定必须布置焦点位置探测系统的情况下实现几乎没有散焦的到衬底上的图案转印。

15

20

25

在上述实施例中，描述了在晶片台 TB 上的晶片 W 的上侧（投影光学系统 PL 的像平面侧）布置圆环形液压静力衬垫 32 以及在晶片台 TB 的下侧布置液压静力衬垫 34 的情形。但本发明不限于此，也可以取代上述液压静力衬垫 32 和/或液压静力衬垫 34 中的至少一个液压静力衬垫而布置具有环绕曝光区域（分划板图案的投影区）的矩形环状轴承表面的液压静力轴承。

30

此外，取代液压静力衬垫 32，可以将多个小液压静力衬垫在包

围曝光区域（分划板图案的投影区）的状态下安装到投影光学系统 PL 下端附近。类似地，取代液压静力衬垫 34，可以在与包围曝光区域（分划板图案的投影区）的区域对应的区域中面对晶片台 TB 的背面布置多个小流体静压轴承。或者，在维持投影光学系统 PL 之间的位置关系的同时，可以在投影光学系统 PL 的像平面侧上布置两个或多个取代液压静力衬垫 32 而布置的液压静力衬垫。

在上述实施例中没有特别设置焦点位置探测系统。但在需要焦点传感器的情况下，可以在液压静力衬垫 32 上布置间隙传感器，该间隙传感器测量液压静力衬垫 32 和晶片 W 表面之间在一个或多个测量点处的间距，并且根据间隙传感器的测量值，液体回收单元（或主控制器 20）可以调节连接到液压静力衬垫 32 的排液管 76 内部产生的负压，从而调节晶片 W 表面在 Z 轴方向的位置（焦点）。在此情况下，作为间隙传感器，可以采用压力传感器，该压力传感器测量作用到布置在液压静力衬垫 32 的一部分上的隔膜上的液压静力和大气压之差，并且把该差换算成距离。或者，也可以采用电容传感器。另外，例如探测光束可以经光学元件照射晶片 W，以通过接收反射光束测量投影光学系统 PL 和晶片 W 之间的间距，并且可以根据测量值调节液压静力衬垫 32 与晶片 W 的表面之间的间距，其中该光学元件是投影光学系统 PL 的至少一部分。

在上述实施例中，描述了光学（或磁学）编码器 96 读取形成在晶片台 TB 背面上的 XY 二维标尺以便测量晶片台 TB 的在 XY 平面内的位置的情形。但本发明不限于此，并且可以采用激光干涉仪测量晶片台 TB 的在 XY 平面内的位置信息。

在此情形中，晶片台 TB 的在 X 轴方向的一端上的边缘表面（如，+X 侧的边缘表面）以及晶片台 TB 的在 Y 轴方向的一端上的边缘表面（如，-Y 侧的边缘表面）必须镜面抛光。但是，如图 2 中所能见到的那样，Y 轴线性电机 64A 的 Y 推进器 60A 布置在 +X 侧的边缘表

面上，因此，在这种状态下，+X 侧的边缘表面可能不能在 Y 轴方向上完全镜面抛光。在此情况下，通过偏移 Y 推进器 60A 和 60B 在 Z 轴方向上的位置，如图 7 所示，晶片台 TB 的在+X 侧的边缘表面能够在 Y 轴方向上完全镜面抛光。通过将 Y 推进器 60A 和 60B 布置在关于晶片台 TB 的重心 G 点对称的位置处，能够使 Y 轴线性电机 64A 和 64B 的推力作用到晶片台 TB 的重心 G 上。

在以上述方式制作的反射面上辐射来自干涉仪 18 的测量光束（图 7 示出了仅用于 X 轴方向上的测量的干涉仪），并且当干涉仪 18 接收到反射光束时，干涉仪 18 以例如大约 0.5~1nm 的分辨率测量晶片台 TB 的在 X 轴方向和 Y 轴方向上的位置。在此情况下，作为干涉仪，可以采用有多个测量轴的多轴干涉仪，并且通过此干涉仪，还可以测量除晶片台 TB 的 X、Y 位置外的旋转（偏转（绕 Z 轴的旋转  $\theta_z$  旋转），滚动（绕 Y 轴的旋转  $\theta_y$  旋转）和纵摇（绕 X 轴的旋转  $\theta_x$  旋转））。

#### 改进例

在至此的说明中，描述了把液压静力衬垫 32 固定到镜筒 40 上并且恒定地维持投影光学系统 PL 和液压静力衬垫 32 之间的位置关系的情形。但本发明不限于此，例如作为构成投影光学系统 PL 的最接近像平面的光学元件，可以采用垂直分划成两部分的分划透镜，如图 8 所示。图 8 中的分划透镜 150 由布置在下侧的半球形的第一部分透镜 152a 和第二部分透镜 152b 组成。第二部分透镜 152b 具有：内部（内表面），该内部（内表面）是球形表面，该球形表面的曲率半径具有与第一部分透镜 152a 的外表面（球形表面的一部分）相同的中心点，但略大于第一部分透镜 152a 的曲率半径；外部（外表面），该外部（外表面）是球形表面，该球形表面的中心是与第一部分透镜 152a 的中心不同的点。在此情况下，第一部分透镜 152a 是平凸透镜，第二部分透镜 152b 是弯月形凹透镜。

以上述方式构成的分划透镜 150 可以用于代替上述实施例中的

SIL22。在此情况下，第二部分透镜 152b 整体地连接到镜筒 40 上，并且第一部分透镜 152a 将由液压静力衬垫 32 保持，以至于液压静力衬垫 32 的轴承表面和第一部分透镜 152a 的下表面基本上彼此共面。然后，用于浸入的液体（如水）不仅填充到第一部分透镜 152a 之下的空间（第一部分透镜 152a 和晶片 W 之间的空间）中，而且还填充到第一部分透镜 152a 和第二部分透镜 152b 之间的间隙中。当采用这种结构时，在作用到第一部分透镜 152a 上的液压静力对第一部分透镜 152a 增压太多时，第一部分透镜 152a 与液压静力衬垫 32 一起垂直移动，这样可以抑制在第一部分透镜 152a 中产生的无用应力，而这又可以防止光学性能衰退。在此情况下，第一部分透镜 152a 和液压静力衬垫 32 的垂直移动将供水槽中的压力（正压）和排液槽中的压力（负压）设置在偶平衡的状态下，使得第一部分透镜 152a 之下的水层（水膜）厚度恒定，并且通过第一部分透镜 152a 的垂直移动，光学路径改变，这样能够自动调节焦点位置。

15

在该实施例中，分划透镜 150 分成平凸透镜和弯月形凹透镜。但在与投影光学系统 PL 的光瞳面接近的上侧的光学元件可以是平凸透镜，而在与投影光学系统 PL 的像平面接近的下侧的光学元件可以是无折射光焦度的平行平板。在此情况下，当通过偏移平行平板来改变成像特性如投影光学系统 PL 的像平面时，可以进行移动投影光学系统的透镜的一部分、移动分划板、或细微调节曝光光的波长这三者中的至少一项，以便补偿成像特性的改变。

20

在上述第一实施例中，描述了本发明应用到配备有一个晶片台 TB 和一个支撑该晶片台的台座 52 的曝光装置的情形。但本发明不限于此，如以下的第二实施例中那样，本发明也可以适当地应用到有多个（例如两个）晶片台 TB 和台座的曝光装置。

25

## 第二实施例

30

接下来参见图 9 和 10 描述本发明第二实施例的曝光装置。图 9

的平面图表示构成第二实施例的曝光装置的晶片台座单元 300 的结构。为避免赘述，对于具有与前述第一实施例相同或类似布置的部件，将采用相同的附图标记并省去对它们的描述。

5           在第二实施例的曝光装置中，在 Y 轴方向间隔预定距离地设置类似于校准探测系统 ALG 的校准探测系统 ALG'。并在光学单元 PU 下方设置前述的驱动单元 50，晶片 W 安置在设置于构成驱动单元 50 的台座 52 上的晶片台 TB1 上。此外，在校准探测系统 ALG'之下，设置 XY 台座单元 180。在构成 XY 台座单元 180 的台座 171 上设置晶片台  
10 TB2，并且晶片 W 安置在晶片台 TB2 上。

XY 台座单元 180 配备有：由矩形件构成的台座 171，该矩形件具有与前述台座 52 的外形相同的形状；在 X 轴方向驱动台座 171 的 X 轴线性电机 178；和一对在 Y 轴方向与 X 轴线性电机 178 整体地驱  
15 动台座 171 的 Y 轴线性电机 176A 和 176B。

Y 轴线性电机 176A 和 176B 由 Y 定子（Y 轴线性导引器）172A 和 172B 以及 Y 推进器（滑动器）174A 和 174B 构成，Y 定子 172A 和 172B 布置在构成驱动单元 50 的 X 定子 56A 的 X 轴方向上的两端  
20 附近，并分别在 Y 轴方向延伸，Y 推进器 174A 和 174B 分别单独地与 Y 定子 172A 和 172B 接合。即，Y 线性电机 176A 由 Y 定子中的一个 Y 定子 172A 以及 Y 推进器中的一个 Y 推进器 174A 构成，通过 Y 定子 172A 和 Y 推进器 174A 的电磁相互作用产生在 Y 轴方向驱动 Y 推进器 174A 的驱动力，而 Y 线性电机 176B 由另一个 Y 定子 172B  
25 和另一个 Y 推进器 174B 构成，通过 Y 定子 172B 和 Y 推进器 174B 的电磁相互作用产生在 Y 轴方向驱动 Y 推进器 174B 的驱动力。

Y 推进器 174A 和 174B 分别固定到构成上述 X 线性电机 178 的在 X 轴方向延伸的 X 定子（X 轴线性导引器）的两端。并且在台座 171  
30 上，X 推进器布置成对应于 X 线性电机 178 的 X 定子，并且通过由 X



推进器和 X 定子 178 构成的 X 线性电机 178 在 X 轴方向驱动台座 171。

在此情况下，台座 171 在 X 轴方向由 X 线性电机 178 驱动，台座 171 也在 Y 轴方向由所述一对 Y 线性电机 176A 和 176B 与 X 线性电机 178 整体地驱动。

在台座 171 的在 X 轴方向上的两端的表面上分别布置在 Y 轴方向延伸的 Y 定子 162A 和 162B。

晶片台 TB1 和 TB2 都具有与前述晶片台 TB 完全相同的结构，类似地，晶片台 TB1 和 TB2 每个都具有布置在 X 轴方向的一端上的 Y 推进器 60A 以及布置在 X 轴方向的另一端上的永久磁体 66A、66B 和 Y 推进器 60B。

根据图 9 中的晶片台座单元 300，布置在晶片台 TB1 中的 Y 推进器 60A 不仅在 Y 推进器 60A 与 Y 定子 62A 在台座 52 上接合的状态下由与 Y 定子 62A 的电磁相互作用产生在 Y 轴方向上的驱动力，而且还在 Y 推进器 60A 与 Y 定子 162A 在台座 171 上接合的状态下由与 Y 定子 162A 的电磁相互作用产生在 Y 轴方向上的驱动力。

类似地，布置在晶片台 TB2 中的 Y 推进器 60A 不仅在 Y 推进器 60A 与 Y 定子 162A 在台座 171 上接合的状态（图 9 中的状态）下由与 Y 定子 162A 的电磁相互作用产生在 Y 轴方向上的驱动力，而且还在 Y 推进器 60A 与 Y 定子 62A 在台座 52 上接合的状态下由与 Y 定子 62A 的电磁相互作用产生在 Y 轴方向上的驱动力。

类似地，布置在晶片台 TB1 中的 Y 推进器 60B 不仅在 Y 推进器 60B 与 Y 定子 62B 在台座 52 上接合的状态下由与 Y 定子 62B 的电磁相互作用产生在 Y 轴方向上的驱动力，而且还在 Y 推进器 60B 与 Y 定子 162B 在台座 171 上接合的状态下由与 Y 定子 162B 的电磁相互

作用产生在 Y 轴方向上的驱动力。

5 类似地，布置在晶片台 TB2 中的 Y 推进器 60B 不仅在 Y 推进器 60B 与 Y 定子 162B 在台座 171 上接合的状态（图 9 中的状态）下由与 Y 定子 162B 的电磁相互作用产生在 Y 轴方向上的驱动力，而且还在 Y 推进器 60B 与 Y 定子 62B 在台座 52 上接合的状态下由与 Y 定子 62B 的电磁相互作用产生在 Y 轴方向上的驱动力。

10 此外，布置在晶片台 TB1 中的永久磁体 66A 和 66B 每个都在永久磁体 66A 和 66B 与 Y 定子 62B 接合的状态（图 9 中的状态）下构成在 X 轴方向于台座 52 上细微移动晶片台 TB1 的音圈电机，并且还在永久磁体 66A 和 66B 与 Y 定子 162B 接合的状态下构成在 X 轴方向于台座 171 上细微移动晶片台 TB1 的音圈电机。类似地，布置在晶片台 TB2 中的永久磁体 66A 和 66B 每个都在永久磁体 66A 和 66B 与 Y 定子 162B 接合的状态（图 9 中的状态）下构成在 X 轴方向于台座 171 上细微移动晶片台 TB2 的音圈电机，并且还在永久磁体 66A 和 66B 与 Y 定子 62B 接合的状态下构成在 X 轴方向于台座 52 上细微移动晶片台 TB2 的音圈电机。

20 晶片台 TB1 和 TB2 的在 XY 平面内的位置用激光干涉仪或其它位置测量单元（未示出）测量，测量结果发送到主控制器（未示出）。此外，构成晶片台座单元 300 的前述每个电机在该主控制器的控制下工作。

25 其它部件的结构与前述第一实施例的曝光装置 100 中的结构相同。

在以上述方式构成的第二实施例的曝光装置中，可以在主控制器的控制下进行下列处理序列。

30

5 更具体地说，例如在这些台座中的一个台座 171 上设置保持晶片 W 的晶片台 TB2（或 TB1）。并且，在与对形成在安置于晶片台 TB2（或 TB1）上的晶片 W 上的校准标记的探测操作（如通过 EGA 法的晶片校准测量操作）并行的状态下，还在设置于另一个台座上的晶片台 TB1（或 TB2）正被驱动的同时在前述的步进-扫描法中由驱动单元 50 进行对保持在晶片台 TB1（或 TB2）上的晶片 W 的曝光操作，其中在晶片台 TB2（或 TB1）正被二维驱动的同时在校准探测系统 ALG' 下方进行该探测操作。

10 然后，在完成并行操作之后，利用 Y 轴线性电机 176A 和 176B 将台座 171 移动到最接近台座 52 的位置，并且还调节两台座 171 和 52 在 X 轴方向上的位置关系，使得两台座 171 和 52 在 X 轴方向上的位置彼此重合。

15 接下来，保持着已曝光晶片 W 的晶片台 TB1（或 TB2）由布置在该晶片台中的 Y 推进器 60A 和 60B 以及 Y 定子 62A 和 62B 之间的电磁相互作用在-Y 方向上驱动。同时，保持着已完成标记探测操作的晶片 W 的晶片台 TB2（或 TB1）也由布置在该晶片台中的 Y 推进器 60A 和 60B 以及 Y 定子 162A 和 162B 之间的电磁相互作用以与所述另一个台座相同的速度在-Y 方向上驱动。因此，晶片台 TB1 和 TB2  
20 在维持彼此最接近的位置关系的同时都在-Y 方向上移动。

25 然后，当在晶片台 TB1 和 TB2 开始如上所述在-Y 方向上移动之后经过预定量的时间时，布置在保持着已完成标记探测操作的晶片 W 的晶片台 TB2（或 TB1）中的 Y 推进器 60A 和 60B 移动到推进器 60A 和 60B 同时与 Y 定子 162A 和 162B 以及 Y 定子 62A 和 62B 接合的状态。此状态示于图 10 中。

30 然后，当晶片台 TB1 和 TB2 进一步在-Y 方向上从图 10 中的状态移动预定距离时，布置在保持着已曝光晶片 W 的晶片台 TB1（或

TB2) 中的 Y 推进器 60A 和 60B 到达 Y 推进器 60A 和 60B 完全与 Y 定子 62A 和 62B 断接的位置 (断接位置)。并且, 就在晶片台 TB1 (或 TB2) 到达上述断接位置之前, 机器人臂 (未示出) 接收晶片台 TB1 (或 TB2), 并且将晶片台 TB1 (或 TB2) 运送到在校准探测系统 ALG' 附近的晶片更换位置。

此时, 保持着已完成标记探测操作的晶片 W 的晶片台 TB2 (或 TB1) 已经到达位于布置在光学单元 PU 下端上的液压静力衬垫 32 之下的位置。然后, 晶片台 TB2 (TB1) 移动到其整体安置在台座 52 上的位置, 这样完成在台座 52 上的晶片台更换操作。

如上所述, 在第二实施例, 并行地进行: 保持着已曝光晶片 W 的晶片台在台座 52 上沿-Y 方向的移动和向机器人臂输送该晶片台; 以及保持着已完成标记探测操作的晶片 W 的晶片台从台座 171 到台座 52 的移动。结果, 这些晶片台中的一个晶片台在液压静力衬垫 32 下恒定地直接位于投影光学系统 PL 之下, 即直接位于与构成投影光学系统 PL 的光学部件的像平面最接近的光学部件 (前述的 SIL22 或第一部分透镜 152a) 之下, 并且维持在晶片台和晶片台上的晶片或辅助板 24 之间形成浸入区的状态, 这样允许液体 (水) 保持在投影光学系统 PL 或换言之构成投影光学系统 PL 的最接近像平面的光学部件与晶片或辅助板 24 之间。因此, 可以防止液体 (水) 流出。

此外, 在第二实施例, 因为并行地进行对这些晶片台中的一个晶片台上的晶片的曝光操作和对另一个晶片台上的晶片的标记探测操作 (和晶片更换操作), 所以与依次进行晶片更换、标记探测操作和曝光相比可以提高产量。在曝光装置配备有两个或更多个晶片台的情况下, 可以在这些晶片台中的一个晶片台上进行曝光, 而在另一个晶片台上可以布置干燥时间以完全干燥晶片。在这种情况下, 为了优化产量, 理想的是布置三个晶片台并进行如下并行处理序列: 在第一个晶片台上进行曝光操作; 在第二个晶片台上进行校准操作; 在第三个

晶片台上进行曝光后晶片干燥和晶片更换操作。

5       在第二实施例中，理想的是把通过标记探测操作（如通过 EGA 法的晶片校准测量）获得的在晶片 W 上的所述多个拍摄区的位置信息（阵列坐标）换算成利用基准标记板 FM 上的基准标记作为基准的信息。然后，当已经完成校准测量的晶片移动到台座 52 上时，通过利用分划板校准系统（未示出）测量分划板上的标记与基准标记板 FM 上的基准标记的相对位置，可以高精度地将分划板和晶片 W 上的每个拍摄区之间的相对位置调节到理想的关系，即使在晶片台正被移动且  
10       难以连续探测位置信息的情况下也是如此。

此外，作为配备有多个台的曝光装置，本发明还可以适当地应用到例如在日本待审专利公开 JP10-163099 和 JP10-214783（对应美国专利 US6,341,007、US6,400,441、US6,549,269 和 US6,590,634）、日本待  
15       审专利公开 JP2000-505958（对应美国专利 US5,969,441）和美国专利 US6,208,407 中公开的曝光装置。

此外，作为配备有多个台的曝光装置，本发明还可以适当地应用到例如在日本待审专利公开 JP11-135400（对应国际公开 WO99/23692）  
20       中公开的曝光装置。

只要向其申请该国际申请的指定国或选定国的本国法允许，上述公开及对应的美国专利的公开内容都在此引入作为参考。

25       液压静力衬垫 32 的结构不限于上述实施例中的每个实施例中所述的结构，液压静力衬垫 32 可以采用诸如图 11A 所示的液压静力衬垫 32' 的结构。更具体地说，可以用以相等角度隔开的分隔壁分划排液槽 68、供水槽 70 和排液槽 72（以下把被分隔壁包围的部分称作“隔间”，形成在排液槽 68 和 72 中的隔间称作“排液隔间”，形成在供水槽 70 中的隔间称作“供水隔间”）。  
30

在排液隔间的底面上，在每个隔间中形成在直角方向（Z 轴方向）穿过图 11A 纸面的穿孔 74，而在形成于供水槽 70 中的供水隔间的底面上，在每个隔间中形成穿孔 78，并在形成于排液槽 68 中的排液隔间的底面上，在每个隔间中形成穿孔 82。

通过形成用分隔壁分划供水槽和排液槽的隔间，在与晶片边缘对应的隔间的压力改变的情况下，当液压静力衬垫 32 与晶片边缘接触时，可以防止这种压力改变的影响影响其它隔间。

在分别连接到穿孔 78、82 和 74 的供水管 80 和排液管 84 及 76 中，可以如图 11B 所示地布置挡板 79。在这种情况下，当这些隔间的一部分与晶片边缘接触时，挡板 79 也可以尽可能地防止这种压力改变的影响影响其它隔间。

此外，下侧的液压静力衬垫 34 可以采用图 11A 所示的结构，并且如图 11B 的挡板可以布置在连接到液压静力衬垫 34 的供水管及排液管中。

在上述实施例中的每个实施例中，采用固态浸入透镜 SIL 作为投影光学系统 PL 的最接近像平面（晶片 W）的光学元件。但也可以采用由石英或萤石组成的透镜元件取代固体浸入透镜 SIL，或者也可以采用无折射光焦度的平行平板。

此外，在上述实施例中的每个实施例中，在辅助板 24 和晶片台 TB（TB1，TB2）之间结合弹性体 25，但是，如果能够恒定地维持在液压静力衬垫 32 与其对置表面（晶片 W 的表面，辅助板 24 的上表面）之间的间隙，则可以省略弹性体 25。

在上述实施例中的每个实施例中，用超纯水（水）作为液体；但

本发明当然不限于此。作为液体，可以采用化学性质稳定且具有较高的照明光 IL 透射率的安全液体，如氟基惰性液体。作为这种氟基惰性液体，例如可以使用 Florinert（商品名；3M 公司制造）。从冷却效果这一点来看，氟基惰性液体也是极好的。此外，作为该液体，也可以采用具有较高的照明光 IL 透射率以及折射率尽可能高的液体、以及对投影光学系统和涂覆在晶片表面上的光致抗蚀剂稳定的液体（如雪松木油等）。

此外，在以上实施例中的每个实施例中，描述了向液压静力衬垫（或 SIL22 下方）供给液体的路径和从液压静力衬垫回收液体的路径不同的情形。但是，可以采用将从液压静力衬垫（或 SIL22 下方）回收的液体再次供给到液压静力衬垫（或 SIL22 下方）的循环路径和供液/排液单元相组合的结构。在此情况下，在该循环路径中，理想的是在回收路径的一部分中布置过滤器以去除所收集的液体中的杂质。

在上述实施例中的每个实施例中，在晶片台上安置晶片 W 的区域的周边设置辅助板；但在本发明中，有一些情况是曝光装置不一定需要在台上具有类似功能的辅助板或平板。但在此情况下，优选还在晶片台上设置管路以回收液体，使得供给的液体不从晶片台溢出。

在上述实施例中的每个实施例中，在晶片的表面局部不平坦的情况下，晶片的表面（曝光表面）和像平面可能不重合。因此，在预期晶片表面不平坦的情况下，可以在曝光之前储存关于晶片不平坦的信息，并且在曝光期间，可以通过进行移动投影光学系统的透镜的一部分、移动分划板、以及细微调节曝光光的波长这三者中的至少一项来调节像平面的位置和形状。

在上述实施例中的每个实施例中，作为照明光 IL，使用远紫外光，如 ArF 准分子激光束或 KrF 准分子激光束、或超高压汞灯产生的紫外波段的辉线（如 g 线或 i 线）。但本发明不限于此，也可以采用（如波

长为 193nm 的) 谐波, 通过用掺有例如铒 (Er) (或铒和镱 (Yb)) 的光纤放大器对由 DFB 半导体激光器或光纤激光器发射的红外或可见波段的单波长激光束进行放大并利用非线性光学晶体把该波长转变成紫外光而获得该谐波。

5

此外, 投影光学系统 PL 不限于屈光系统, 也可以采用反折射系统。另外, 投影放大率不限于诸如 1/4 或 1/5 的放大率, 放大率也可以是 1/10 等。

10

在上述实施例中的每个实施例中, 描述了本发明应用到基于步进-扫描法的扫描曝光装置的情形。但本发明当然不限于此。更具体地说, 本发明也可以适当地应用到基于步进-重复法的缩小投影曝光装置。在此情况下, 除了通过扫描曝光法进行曝光这一点外, 曝光装置可以基本上采用与第一实施例中所述结构类似的结构, 并获得相同的效果。

15

在上述实施例中的每个实施例中的曝光装置可以通过把由多个透镜组成的照明光学系统、投影单元 PU、和液压静力衬垫 32、34 等结合到曝光装置的主体中, 并通过把管路连接到液压静力衬垫 32、34 等来制造。然后, 随着光学调节操作, 还把例如由多个机械部件制成的分划板台座和晶片台座等部件连接到曝光装置的主体以及所连接的布线和管路上。然后, 进行总体调节 (如电调节和操作检查), 这样完成曝光装置的制作。曝光装置优选在诸如温度和清洁度等条件受到控制的清洁室内建造。

20

25

此外, 在上述实施例中的每个实施例中, 描述了本发明应用到用于制造半导体器件的曝光装置的情形。但本发明不限于此, 本发明也可以广泛地应用到: 用于把液晶显示器的图案转印到方形玻璃板上的制造液晶显示器的曝光装置; 以及用于制造薄膜磁头、成像装置、微电机、有机 EL、DNA 芯片等的曝光装置。

30



此外，本发明不仅可以在制造微器件如半导体时，而且也可以在制造用于曝光装置如光学曝光装置、EUV 曝光装置、X 射线曝光装置或电子束曝光装置中的分划板或掩模时适当地应用到把电路图案转印到玻璃衬底或硅晶片上的曝光装置。通常，在利用 DUV（深（远）紫外）光或 VUV（真空紫外）光的曝光装置中，采用透射型分划板，并且采用诸如硅玻璃、掺氟硅玻璃、萤石、氟化镁或水晶等材料作为分划板衬底。

### 器件制造法

下面描述把上述曝光装置用于光刻工艺的情形中的器件制造法的实施例。

图 12 表示制造器件（如半导体芯片、液晶板、CCD、薄膜磁头、微电机等中的 IC 或 LSI）的实例的流程图。如图 12 所示，在步骤 201（设计步骤）中，进行器件的功能/性能设计（例如，设计半导体器件的电路），并且进行执行这些功能的图案设计。然后，在步骤 202（掩模制造步骤）中，制造其上形成设计的电路图案的掩模，而在步骤 203（晶片制造步骤）中，利用例如硅等材料制造晶片。

接下来，在步骤 204（晶片加工步骤）中，利用在步骤 201~203 中制备的掩模和晶片通过光刻等以后叙的方式在晶片上形成实际电路等。然后，在步骤 205（器件组装步骤）中，利用在步骤 204 中处理的晶片进行器件组装。步骤 205 包括诸如切片工艺、粘结工艺和需要时采用的封装工艺（芯片封装）等工艺。

最后，在步骤 206（检查步骤）中，对在步骤 205 中制成的器件进行操作、耐用性等试验。在这些步骤之后，完成器件并装运。

图 13 的流程图表示制造半导体器件时上述步骤 204 的详细实例。参见图 13，在步骤 211（氧化步骤）中，对晶片的表面进行氧化。在

步骤 212 (CVD 步骤) 中, 在晶片表面上形成绝缘膜。在步骤 213 (电极形成步骤) 中, 通过蒸汽沉积在晶片上形成电极。在步骤 214 (离子注入步骤) 中, 把离子注入到晶片中。上述的步骤 211~214 组成晶片加工的每个阶段中的预处理, 并且在每个阶段选择需要的处理并加以执行。

当在晶片加工的每个阶段中完成上述预处理时, 以下述方式执行后处理。在该后处理中, 首先在步骤 215 (抗蚀剂形成步骤), 用感光剂涂覆晶片。接下来, 在步骤 216 (曝光步骤) 中, 通过上述的曝光装置和曝光法把掩模上的电路图案转印到晶片上。并且在步骤 217 (显影步骤) 中, 对已经曝光的晶片显影。然后, 在步骤 218 (蚀刻步骤) 中通过蚀刻将除了抗蚀剂残存的区域以外的区域的曝光件去除。最后, 在步骤 219 (抗蚀剂去除步骤) 中, 在蚀刻完成时去除不再需要的抗蚀剂。

通过重复进行这种预处理和后处理, 在晶片上形成多个电路图案。

在使用以上描述的实施例的器件制造法时, 因为将以上实施例中的每个实施例中描述的曝光装置用在曝光过程 (步骤 216) 中, 所以可以把分划板的图案高精度地转印到晶片上。结果是可以提高高集成度微器件的生产能力 (包括产量)。

#### 工业应用性

如上所述, 本发明中的曝光装置适用于把图案转印到衬底上。此外, 本发明中的器件制造法适用于制造微器件。

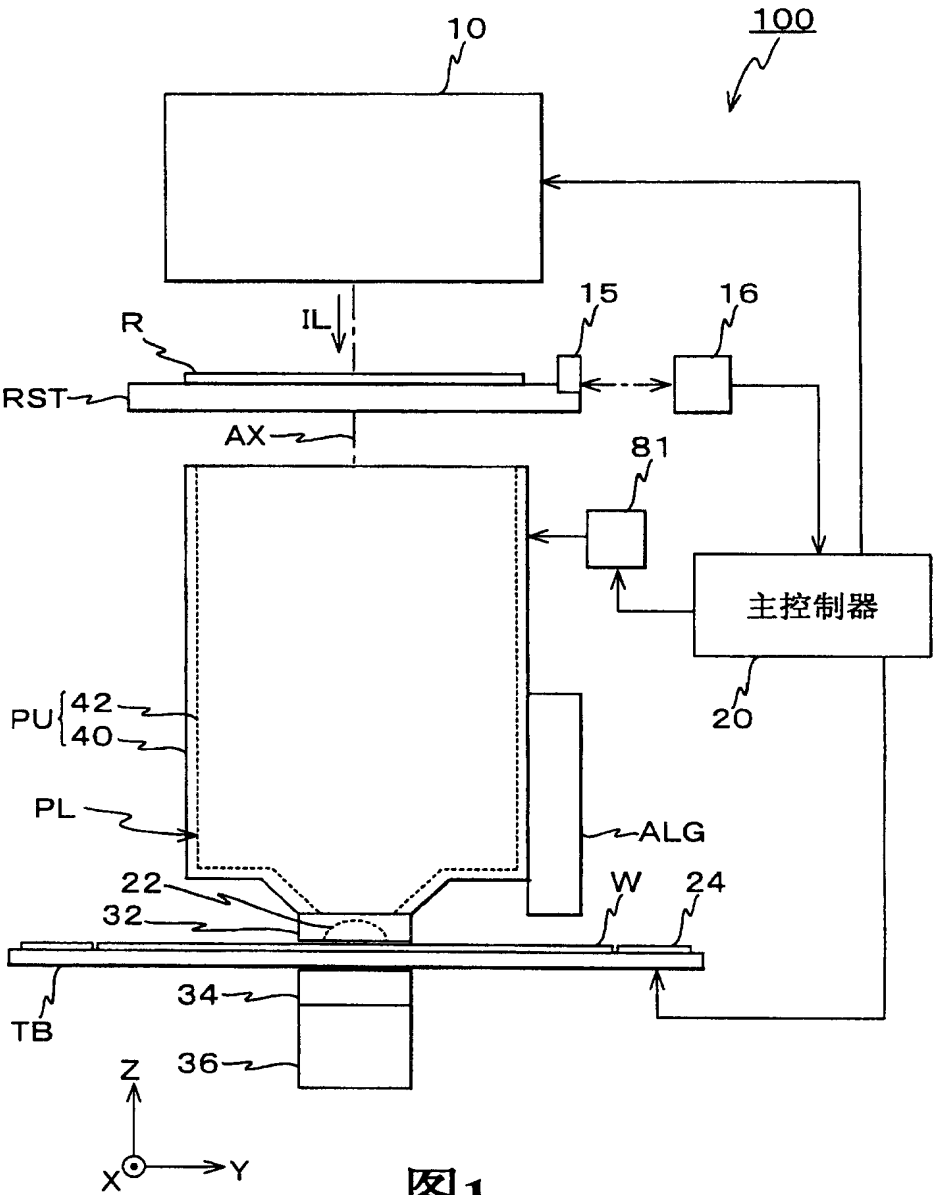


图1

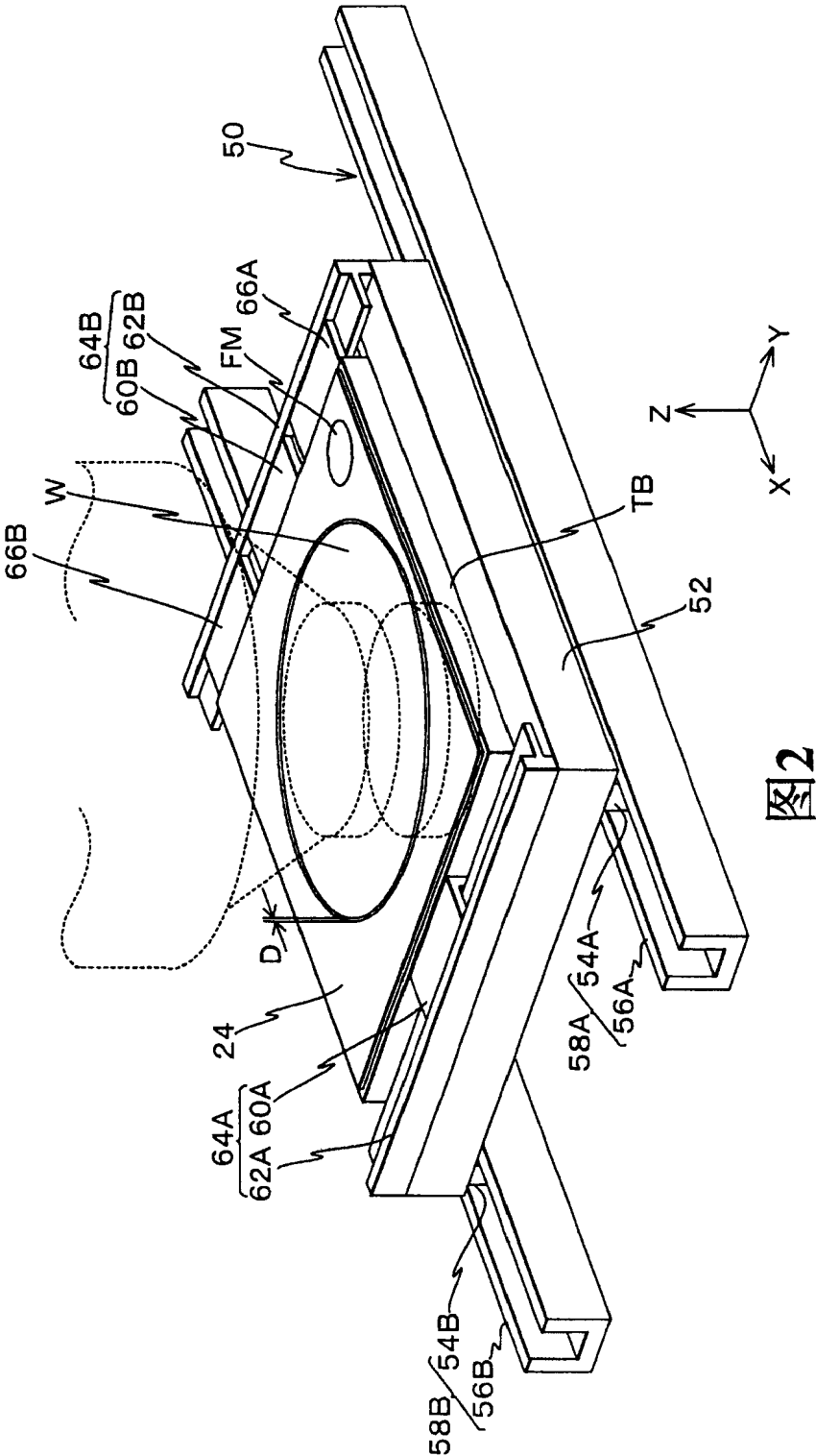


图2

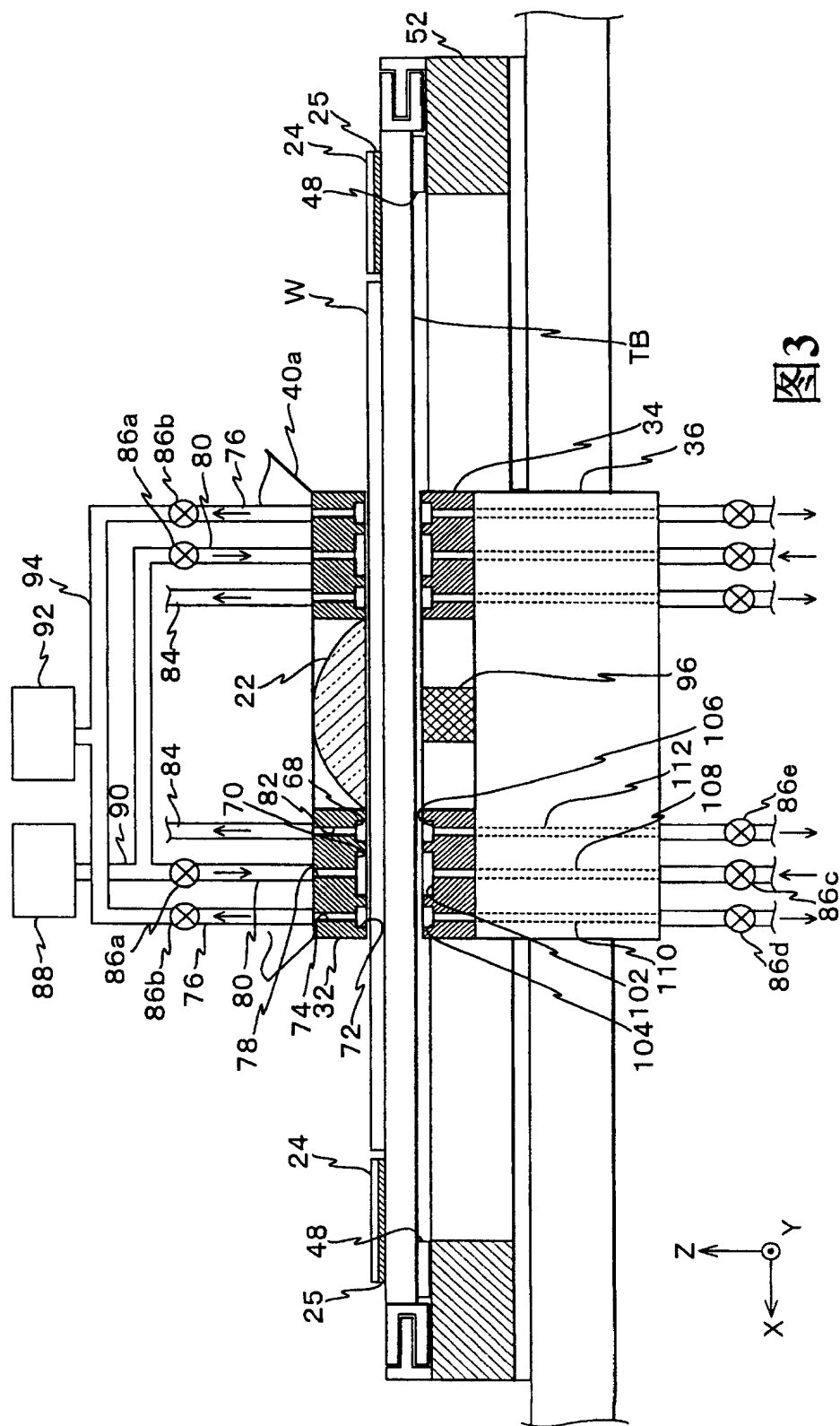


图3

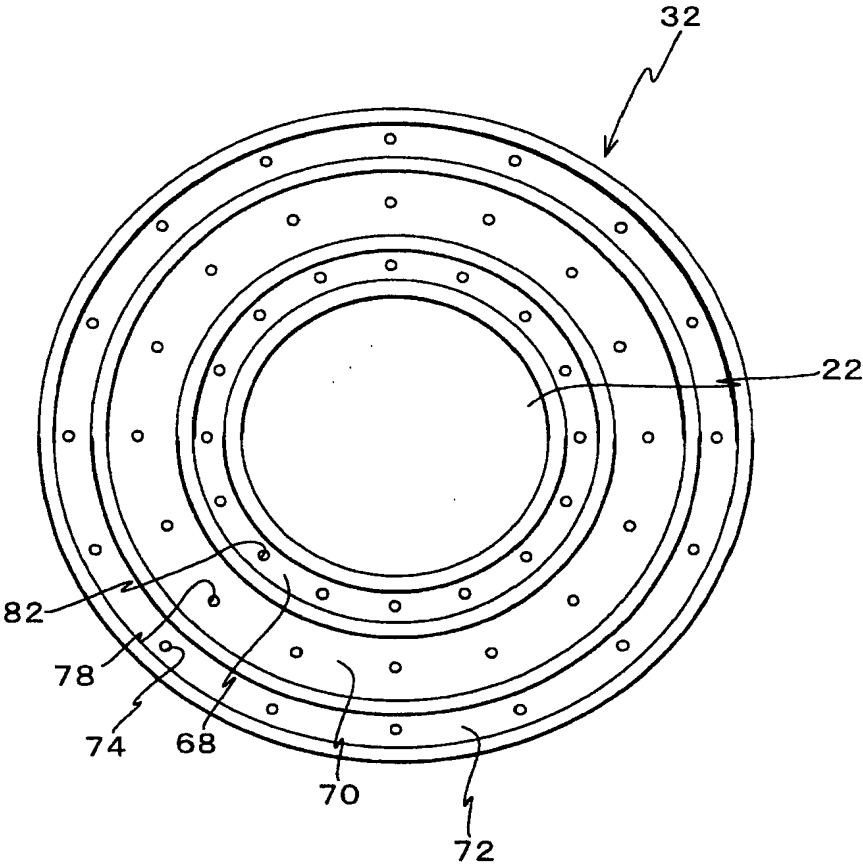


图4

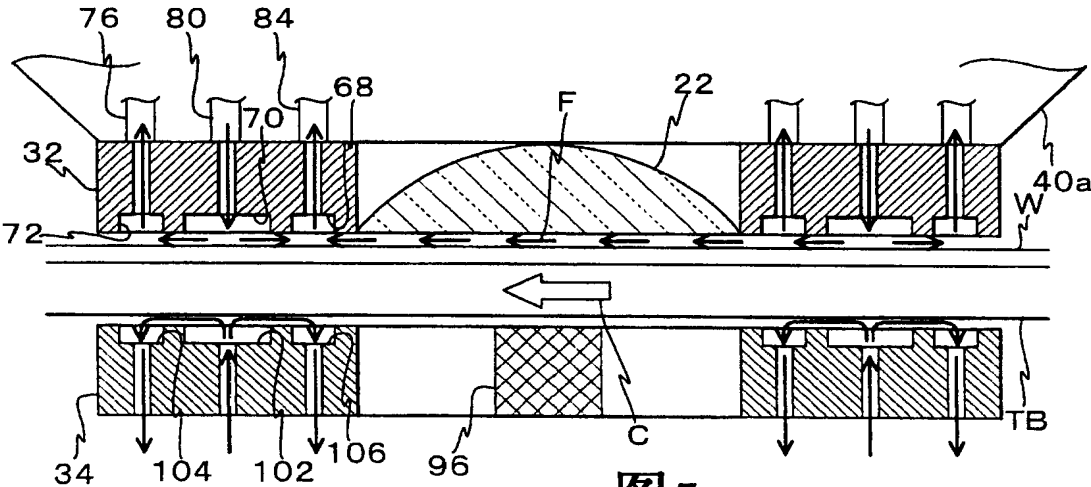


图5

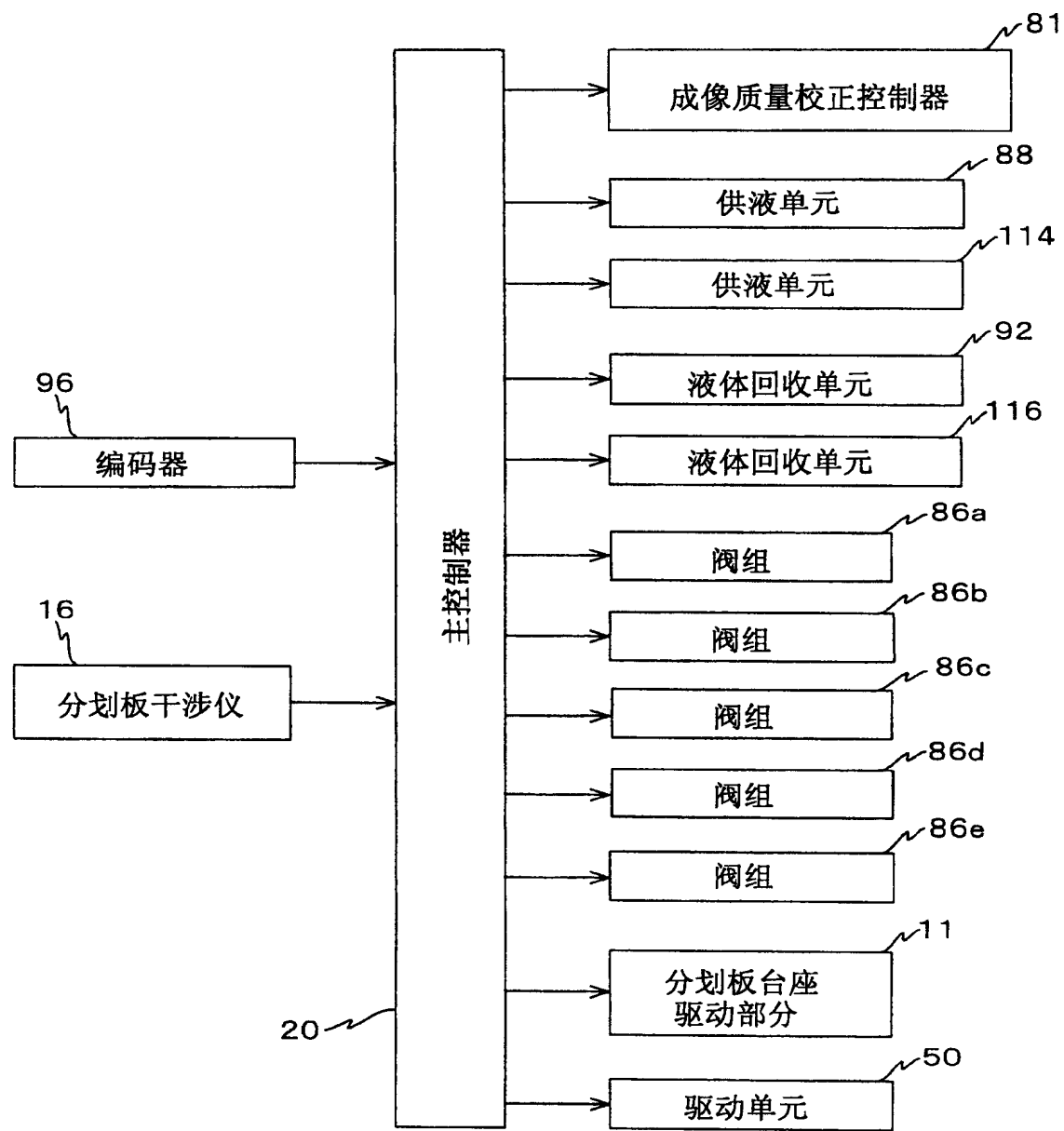


图6

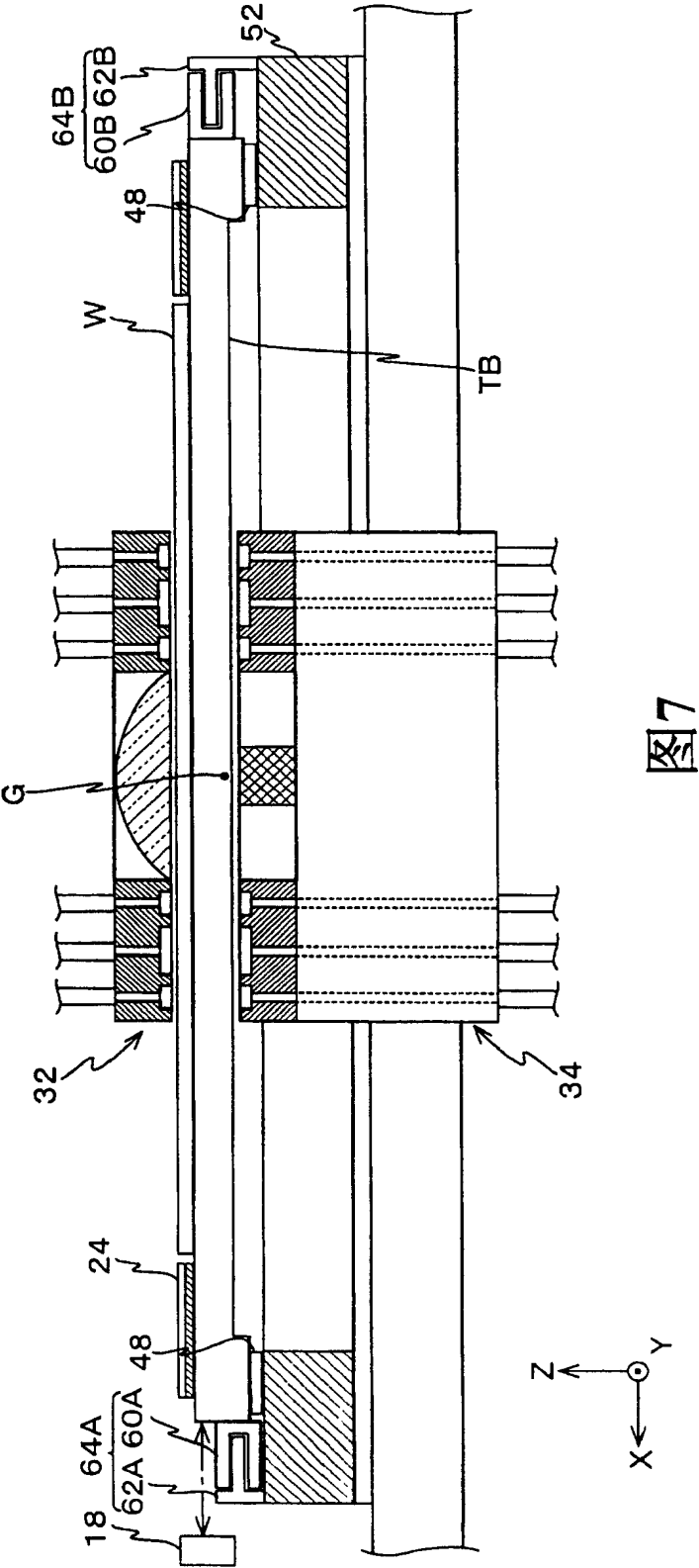


图7



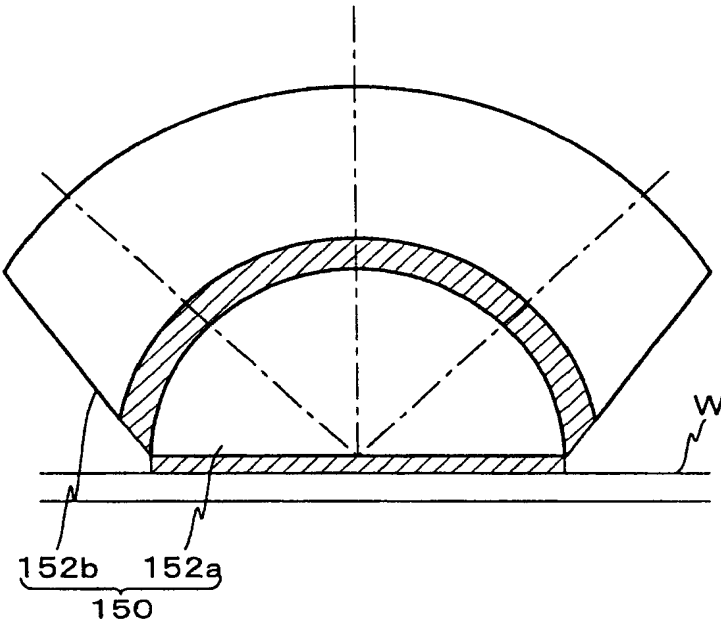


图8

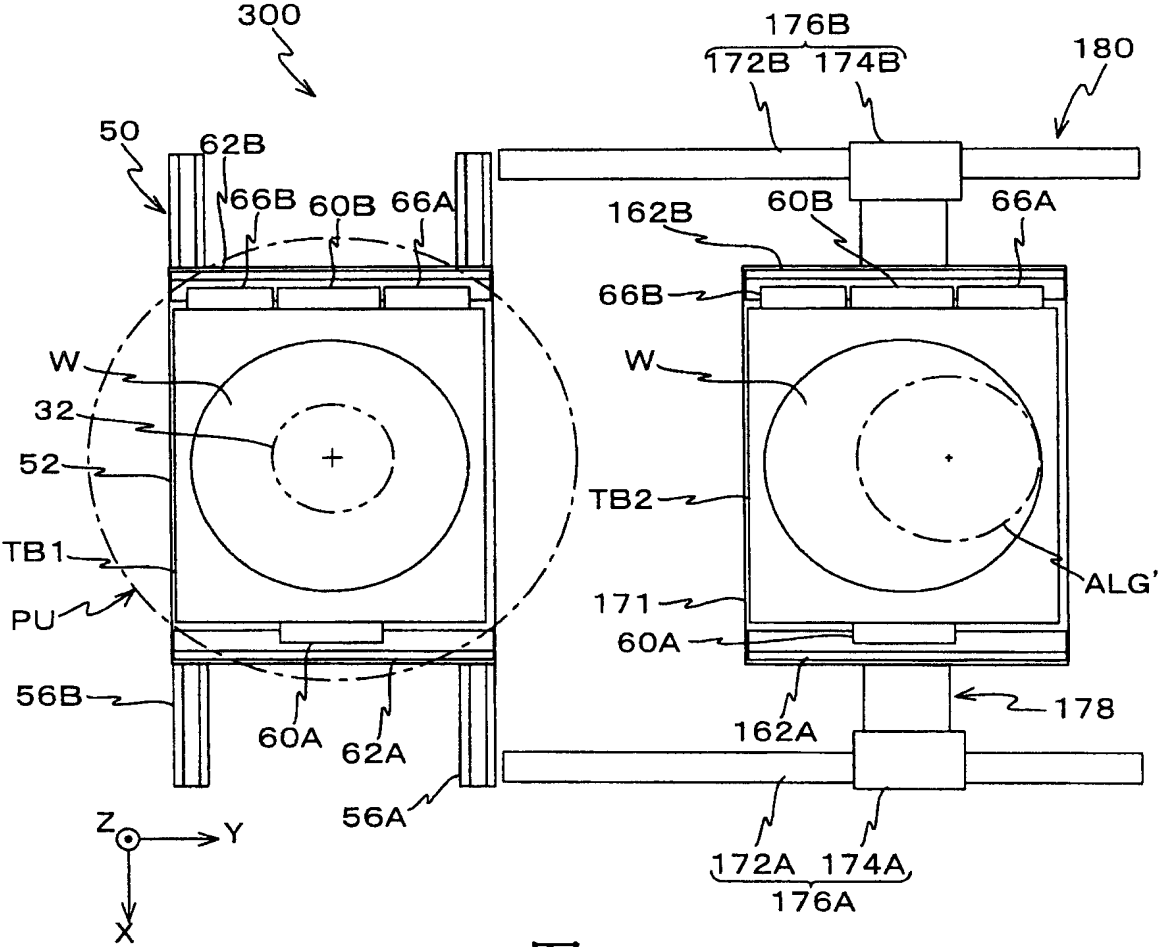
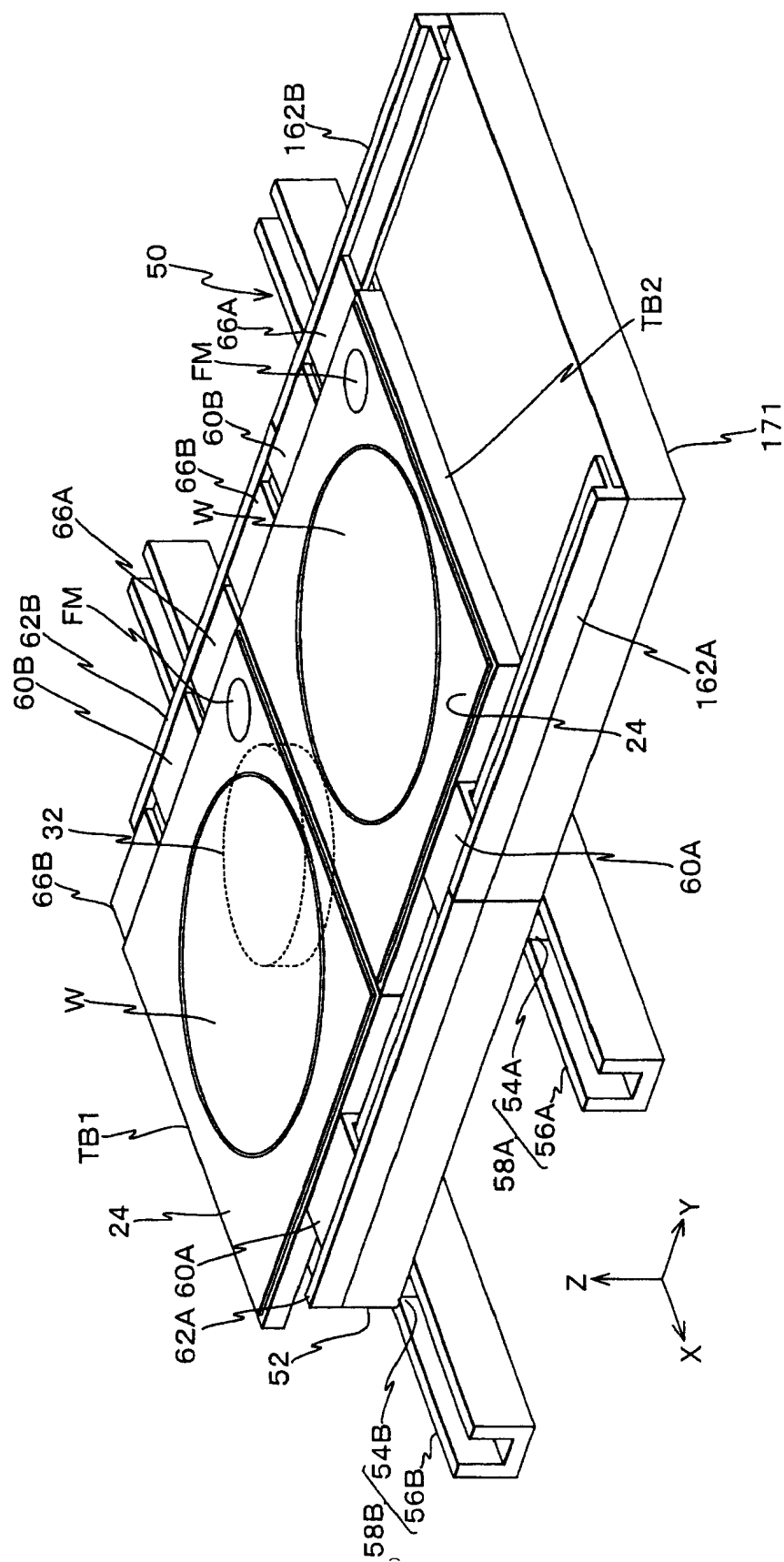


图9



10

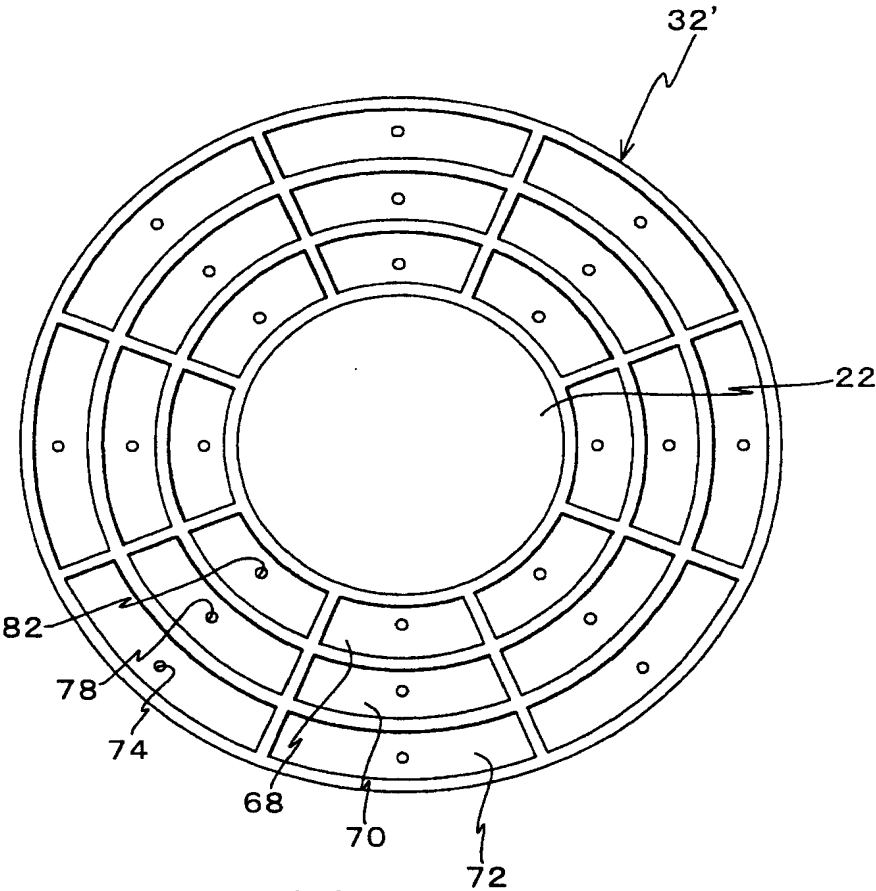


图11A

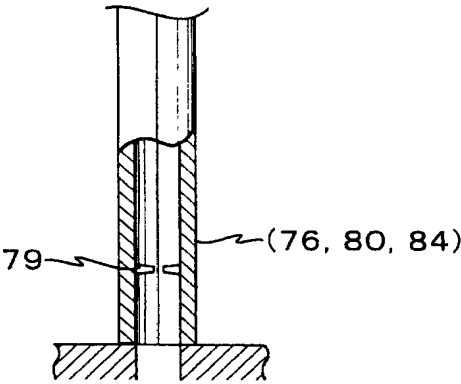


图11B

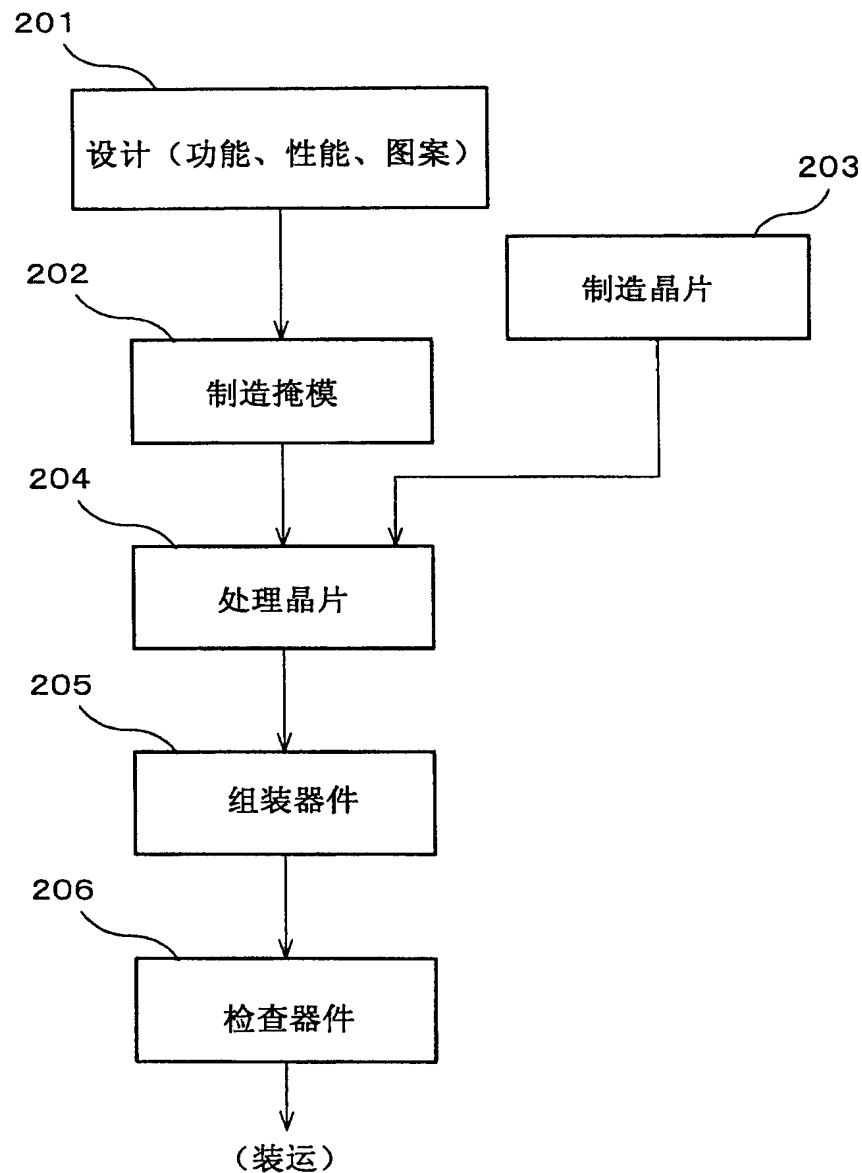


图12

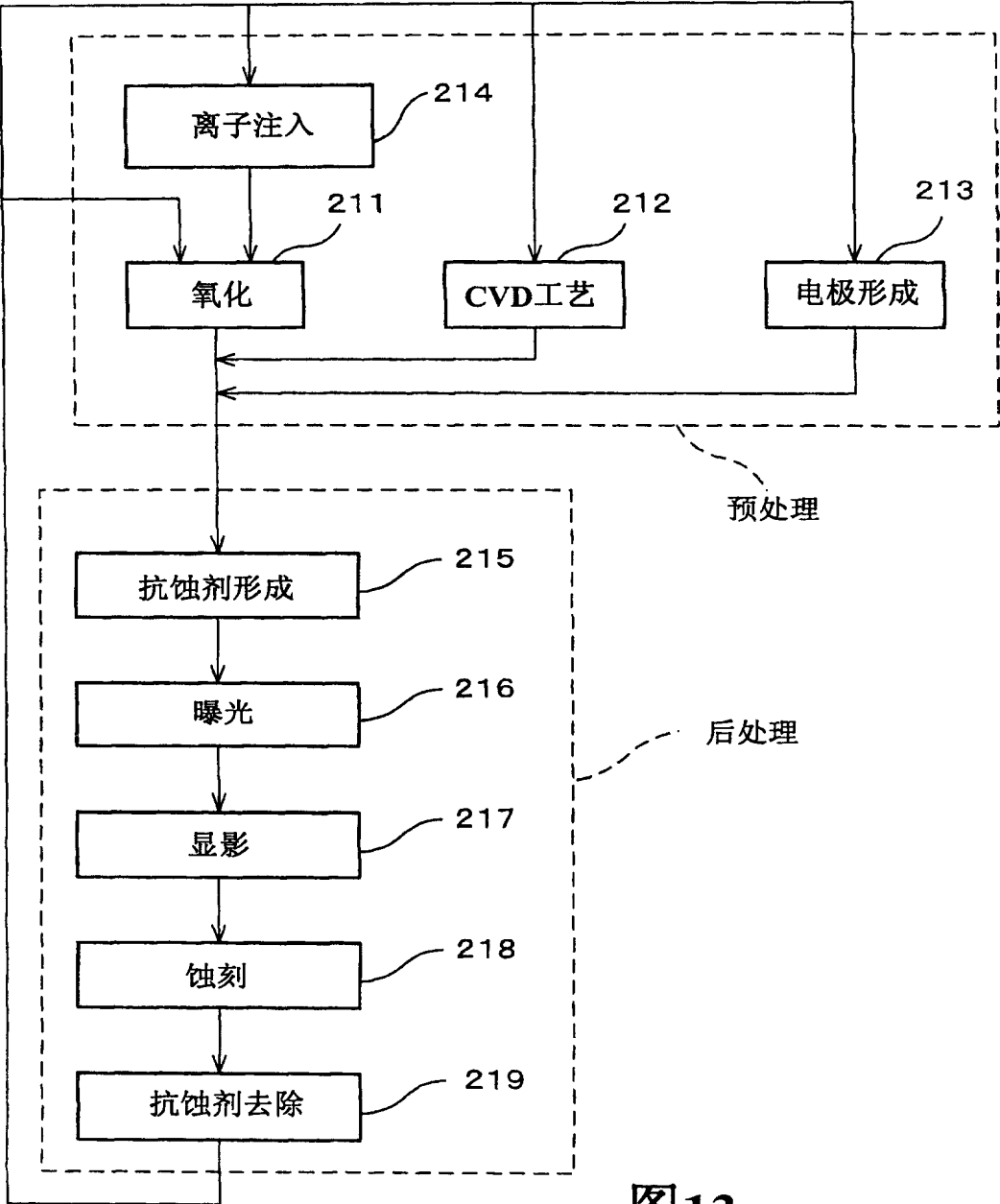


图13